

Ilkka Leino

Konseptista 3D:ksi, videopelihahmojen suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tradenomi

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma



Koulutusala Luonnontieteet	Koulutusohjelma Tietojenkäsittely
Tekijä(t) Ilkka Leino	
Työn nimi Konseptista 3D:ksi, videopelihahmojen suunnittelu ja toteutus	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Peligrafiikka	Ohjaaja(t) Raimo Mustonen
	Toimeksiantaja -
Aika 23.11.2013	Sivumäärä ja liitteet 58
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee videopelihahmojen suunnittelun ja toteutuksen prosessia käytännön näkökulmasta. Tekstissä keskitytään tietokone- ja konsolipeihin soveltuvien tyyliteltyjen ja korkearesoluutioisten 3D -hahmojen luontiin.</p> <p>Teoriaosuudessa tutkitaan hyvän videopelihahmon suunnitteluun, konseptitaiteeseen, mallinnukseen ja teksturointiin liittyviä hyviä käytäntöjä. Prosessin eri vaiheista kerrotaan yleisellä tasolla, koska hahmonluontiin sovellettavat periaatteet ovat tärkeämpiä kuin yksittäisten työkalujen hallinta.</p> <p>Opinnäytteen lopussa tätä käsiteltyä teoriaa sovellettiin käytäntöön kuvitteellisen eläimen ja ihmishahmon suunnittelussa. Projektiosuudessa puitiin erilaisia hahmonluonnissa vastaan tulevia tarinallisia, suunnittelullisia ja teknisiä ongelmia ja sitä kuinka nämä voidaan onnistuneesti ratkaista. Projektiosuus päättyi valmiin ja teksturoidun 3D -hahmon esittämiseen.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Videopeli, konseptitaide, 3D, hahmo, toteutus
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Kajaani University of Applied Sciences	Degree Programme Bachelor of Business Administration
Author(s) Ilkka Leino	
Title From concept to 3D, Making of video game characters	
Optional Professional Studies Game Graphics	Instructor(s) Raimo Mustonen
	Commissioned by -
Date 23.11.2013	Total Number of Pages and Appendices 58
<p>This thesis studies the design and practical implementations of a successful video game character. The examples and theory focus mainly on stylized and high resolution 3D characters which are suitable for PC and console games.</p> <p>The theory of this thesis examines the design, concept art, modeling and texturing of a video game character as well as good conventions and principles often associated with these phases of the character creation process. The theory is presented on a general level as the principles and ideas behind the process are more important than any single software or tool used in the character creation.</p> <p>At the end of this thesis the theory is put into practice. An imaginary creature and human character were created as the project part of this thesis. This chapter takes a look at the process as a whole and examines different problems and technical difficulties faced during the project as well as how those problems were eventually solved.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	Video game, concept art, 3D, character design
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 GRAFIIKKA JA ESTETIIKKA	2
3 SUKUPUOLIROOLIT PELEISSÄ	3
4 SUUNNITTELU	4
4.1 Mood Board	5
4.2 Konseptitaide	6
4.2.1 Liike	6
4.2.2 Rakenne	7
4.2.3 Silhuetti	7
5 MALLINNUS	10
5.1 Low ja high poly	10
5.2 Orgaaniset ja kovat mallit	10
5.3 Topologia	11
5.4 UVW -unwrap	13
5.5 Veisto	13
6 TEKSTUROIINTI	15
6.1 Diffuusi	16
6.2 Specular	17
6.3 Normaali	18
6.3.1 Tangent, object ja world space normaalikartat	19
6.3.2 Bake	20
6.4 Ambient occlusion	21
6.5 Alpha	21
6.6 Edge padding	21
6.7 Peilaus ja saumojen peittäminen	22
7 PROJEKTTITYÖ	23
7.1 Inspiraatio ja tutkimustyö	23
7.2 Työkalut ja tekniset rajoitteet	25

7.3 Suunnittelu	26
7.3.1 Jatkokehittely	30
7.3.2 Lopulliset konseptit	33
7.4 Pohjapiirrokset ja mallinnus	35
7.4.1 Lempo	35
7.4.2 Ansoittaja	37
7.5 Veisto	39
7.6 Tekstuurit	40
7.6.1 Höyhenet	41
7.6.2 Ambient Occlusion, Specular ja Normaali	42
7.7 Rig ja skin	43
7.8 Renderöinti	44
8 YHTEENVETO JA POHDINTAA	46
LÄHTEET	48

SYMBOLILUETTELO

Verteksi – Yksittäinen piste 3D- koordinaatistossa. Toimii edgejen kohtauspäikkana ja polygonien kulmana.

Edge – Kahden verteksin välinen suora jana.

Polygoni – Monikulmio. Useasta edgestä ja verteksistä muodostuva kaksikulotteinen pinta kolmiulotteisessa koordinaatistossa. Yleisimmin **Triangle** (kolme edgeä ja verteksiä) tai **Quad** (neljä edgeä ja verteksiä).

Mesh - Useista polygoneista koostuva kolmiulotteinen malli.

Plane – 3D -primitiivi. Mallinnusohjelmassa luotava yksittäinen polygonipinta.

Loop – 3D -mallinnuksessa käytetty termi, joka tarkoittaa nelikulmaisten polygonien liittymäkohtien muodostamia jatkuvia reittejä.

Pole – 3D -mallinnuksessa käytetty termi. Teoriassa mikä tahansa verteksi, jossa useampi reuna kohtaa, mutta tarkoittaa käytännössä kolmen, viiden tai useamman reunan kohtausta, koska näillä on merkitystä mallin topologialle.

Topologia - Matematiikan muotoja, tilaa ja kappaleiden pisteitä tutkiva alue, mutta tarkoittaa 3D- grafiikassa vapaasti kuvailtuna kappaleen kykyä mukautua muotojen muuttumiseen.

Smoothing Group – Ryhmä polygoneja joiden pintojen tai verteksien normaaleille on laskettu keskiarvo, joka tekee näistä yhtenäisen ja sileän pinnan.

Render – Uloslaskelma. Kaiken pelin tai 3D -työkalun näkymässä olevan sisällön laskemista yhteen lopullisen kuvan aikaansaamiseksi.

RGB – Väriavaruus, jossa ihmiselle näkyvän spektrin värit saadaan aikaan sekoittamalla punaista, vihreää ja sinistä. Tarkoittaa tietokonegrafiikassa yleensä värillistä kuvaa.

Shader – Ohjelma, joka kertoo pelimoottorille kuinka pinnat esitetään.

1 JOHDANTO

Pelit ovat lyhyen historiansa aikana kehittyneet pienen yleisön oudosta ajanvietteestä immerssiiviseksi, elokuva- ja musiikkiteollisuutta suuremmaksi viihdemedian muodoksi. Pelihahmot ovat tässä kehityksessä muuttuneet muutaman pikselin kokoisista geometrisista muodoista tyyleiltään ja ulkonäöltään äärimmäisen monipuolisiksi ja uskottaviksi interaktiivisen median näyttelijöiksi. Hahmojen suunnittelusta on sen takia tullut yhä tärkeämpi osa pelinkehitystä ja näiden tekninen toteutus saattaa joskus vaatia lukuisten artistien yhteistyötä.

Pelihahmojen toteutuksen teoriaa käsitellään tässä opinnäytetyössä käytännönläheisesti. Suunnitteluosuudessa sivutaan hahmonluonnissa tärkeitä periaatteita ja käsitellään onnistuneen hahmokonseptin kulmakiviä. Teknisen teoriaosuuden tarkoitus on tutkia 3D -hahmon toteutuksen eri vaiheita ja käydä läpi erinäisiä hahmonluonnissa toimiviksi todettuja tekniikoita ja mahdollisia sudenkuoppia. Hahmonluonnista kiinnostuneen lukijan on kuitenkin hyvä muistaa, että tässä työssä käsitellyt toimintatavat ja periaatteet eivät ole ainoita oikeita ratkaisumalleja pelihahmojen luonnille. Teoria on kokonaisuutena paljon tässä työssä käsiteltyä laajempaa ja syvällisempää.

Opinnäytetyötä varten toteutettiin aiheeseen liittyvä laaja käytännön projekti, jonka vaiheet käydään läpi opinnäytteen lopussa. Projektiosuudessa sovelletaan käsiteltyä teoretietoa ja luodaan sen pohjalta konseptikuvat ja kaksi 3D -hahmoa, joista toinen hiottiin valmiiksi. Projektilla ei ollut tilaajaa, joten hahmot eivät päätyneet peliin. Tarinallisessa ja teknisessä määrittelyssä otettiin siksi joitain vapauksia. Projektin suunnitteluosuudessa käydään perustellen läpi erilaisiin visuaalisiin ja tarinallisiin ratkaisuihin johtaneita ajatusketjuja. Teknisen toteutuksen osiossa kerrotaan hahmojen luonnin vaiheista ja käsitellään erilaisia prosessin aikana vastaan tulevia ongelmia ja näiden ratkaisuja. Toteutettavia hahmoja ja näiden ulkonäköön vaikuttavia ratkaisuja puidaan kriittisesti ja työssä pyritään löytämään tasapaino uskottavuuden ja visuaalisen näyttävyuden välille.

2 GRAFIIKKA JA ESTETIIKKA

Pelit ovat nuori, mutta nopeasti kasvava audiovisuaalisen median muoto, jotka ovat viihteenä jo yhtä suosittuja kuin elokuvat ja musiikki, eikä niiden suosion kasvu osoita hiipumisen merkkejä. Pelien suosioon vaikuttavat luonnollisesti pelimekaniikka ja kokonaisuus, mutta grafiikka ja esteettisyys ovat ensimmäinen asia jonka ihmiset huomaavat peleissä. Pelien visuaalisuudella on siksi suuri merkitys tuotteen menestyksen ja myynnin kannalta. (Dring, C. 2012; Meulen, R.; Rivera, J. 2013)

Pelin visuaalisesta ilmeestä puhuttaessa tulee pitää mielessä, että pelien grafiikka ei ole sama asia kuin niiden esteettisyys. Grafiikka tarkoittaa pelien visuaalisen puolen teknistä laatua, yksityiskohtien määrää ja erilaisia ulkonäköä parantavia tekniikoita. Estetiikka puolestaan tarkoittaa pelin tyyliä, kokonaisuuden miellyttävyyttä ja toimivuutta ja pelin eri osa-alueiden toimimista keskenään yhtenäisen kokonaisuuden saavuttamiseksi. Esteettisesti miellyttävä peli jää helposti mieleen ja sen ulkonäkö muistetaan pitkään. Graafisesti laadukas peli ilman mainittavaa estetiikkaa taas voi olla hetken aikaa vaikuttava näky, mutta sen visuaalinen ilme voi unohtua pian pelikokemuksen jälkeen. Se hukkuu helposti muihin samannäköisiin, graafiseen loistoon pyrkiviin tuotteisiin ja sen visuaalinen anti näyttää vanhanaikaiselta, kun seuraava hieman kehittyneempää tekniikkaa grafiikassaan käyttävä peli julkaistaan. Laadukkaan grafiikan tuottaminen on lisäksi hyvin kallista ja hidasta, mutta esteettisesti miellyttävän ja muistettavan pelin voi saada aikaan myös pieni pelifirma. (Portnow, J.; Floyd, D.; Theus A. 2012)

Kuluttajat vaativat peleiltä aina vain parempaa ja vaikuttavampaa ulkonäköä, joka saa pelifirmat käyttämään runsaasti aikaa ja rahaa pelien visuaalisen puolen parantamiseen. Pelien ulkonäkö yhdistetään usein suoraan grafiikan laatuun, joka saa kehittäjät käyttämään paljon resursseja grafiikan hiomiseen. Pelien estetiikan tärkeys saattaa tässä graafisessa kilpavarustelussa kuitenkin monesti unohtua. (Portnow, J.; Floyd, D.; Theus A. 2012)

3 SUKUPUOLIROOLIT PELEISSÄ

Videopelit on perinteisesti nähty lasten ja nuorten miesten harrastuksena. Tämä näkyy pelihahmojen suunnittelussa, joka yleensä ruokkii nuoren ja miespuolisen pelaajakunnan mieltymyksiä ja voimafantasioita. Käytännössä tämä ilmenee pelihahmojen ulkonäössä ja käsikirjoituksessa. Miespuolisilla hahmoilla on yleisesti ottaen paljon vaihtelevammat ruumiinrakenteet, kasvonpiirteet, persoonallisuudet ja motiivit, kun taas naishahmot ovat monesti vain nuoria, kauniita statisteja ilman mainittavaa persoonallisuutta. Koska pelit nähdään vieläkin laajalti nuorten miesten leikkikenttänä, pelinkehittäjät (myös valtaosin miehiä) suunnittelevat pelihahmot miellyttämään tätä oletettua miesvoittoista pelaajakuntaa. Tämä pelihahmojen vanha suunnittelufilosofia on nähtävissä erityisen selvästi monissa vanhemmissa peleissä, kuten Street Fighter -pelisarjassa, jonka muuten monipuolisen hahmorepertuaarin naishahmoilla on kaikilla lähes identtiset kasvonpiirteet, kurvikkaat ruumiinrakenteet ja he kaikki kuuluvat samaan, nuoreen ikäryhmään. Näiden naishahmojen erot ovat lähinnä vaatetuksessa ja hiusten värissä. (Winegarner, B. 2005; Shaylyn, H. 2010)

Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että jo lähes puolet (47%) pelaajista on naisia, ja että pelaajien keski-ikä on teinien sijaan noin 30 vuotta. Tästä huolimatta valtaosa pelien päähenkilöistä on yhä miespuolisia ja sukupuolten stereotypiat edelleen voimissaan. Trendi on kuitenkin viime vuosina ollut muuttumassa ja naispuolisten päähenkilöiden osuus peleissä on kasvanut samoin kuin näiden realistisempi ja persoonallisempi kuvaus. (Shaylyn, H. 2010)

4 SUUNNITTELU

Pelihahmojen suunnittelu voidaan jakaa kahteen, limittyvään ja toisiaan ruokkivaan osaluokkaan: hahmon taustatarina ja visuaalinen suunnittelu. Suunnitteluprosessi kuitenkin vaihtelee hyvin paljon yksilöittäin, joten prosessin jakaminen osiin on enemmän tai vähemmän keinotekoisia. Hyvillä hahmoilla kuitenkin on lähes aina jonkinlainen taustatarina, joka vaikuttaa hahmojen visuaaliseen suunnitteluun. Vastaavasti visuaalisista ratkaisuista voi syntyä uusia ideoita hahmon tarinaan tai persoonallisuuteen liittyen. Alustavan taustatarinan olemassaolo auttaa suunnittelussa, koska hahmon luominen jonkinlaista kontekstia vasten on helpompaa ja antoisampaa kuin ideoiden työstäminen tyhjiössä. (Shaylyn, H. 2010)

Joskus videopelihahmot, romaaneissa esiintyvien hahmojen tapaan, eivät tarvitse visuaalisuutta lainkaan ollakseen mielenkiintoisia ja onnistuneita. Portal- videopelisarjan GLaDOS - tietokone on pelisarjan ikoninen hahmo, jonka pelaajat tuntevat lähinnä sarkastisena ja pelaajaa moittivana äänenä pelissä. Vaikka GLaDOSilla on sarjassa fyysinen olomuoto, hahmo toimisi, vaikka sitä ei koskaan nähtäisikään. Todisteena tästä on sarjan ensimmäinen peli, jossa monet pelaajat ihastuivat hahmoon kauan ennen kuin kohtasivat sen fyysisen olomuodon aivan pelin lopussa. GLaDOS onkin äänestetty yhdeksi kaikkien aikojen parhaista videopelihahmoista ja se on lähes täysin hyvin kirjoitetun dialogin, persoonallisuuden ja tarinan ansiota. (Vore, B. 2010)

Hahmot voivat olla onnistuneita myös puhtaasti audiovisuaalisilla ansioilla. Team Fortress 2 -pelin hahmoista tuli pelin ilmestyessä äärimmäisen suosittuja ja ikonisita, vaikka näillä ei ollut ulkonäön ja suppeahkon ääninäyttelyn lisäksi lainkaan taustatarinaa tai edes nimiä. Hahmot tunnetaan vain näiden roolinimensä perusteella, kuten ”Lääkintämies” tai ”Sotilas”. Hahmoille on kuitenkin vuosien varrella luotu näiden taustoja ja pelin tarinaa rikastuttavia virallisia lyhytvideoita, sarjakuvia ja muuta lisäsisältöä. (Shaylyn, H. 2010)

Hahmojen ulkonäön vaikutus ensivaikutelmaan ja näitä kohtaan syntyviin odotuksiin perustuu vahvasti psykologiaan ja hahmosuunnittelijan on hyvä ymmärtää mikä tekee hahmoista esimerkiksi luotettavan, inhottavan tai sympaattisen näköisiä. Kulttuuri vaikuttaa vahvasti siihen kuinka pelaaja reagoi hahmon ulkonäköön, mutta on olemassa tiettyjä fyysisiä ominaisuuksia, joiden merkitys ylittää kulttuuri- ja jopa lajirajat. Siisteys, symmetrisyys ja vahva leuka viestii miehissä auktoriteettia, kun taas korkea otsa, suuret silmät ja pyöreät muodot luovat vaikutelman viattomuudesta, hoivan tarpeesta ja ystävällisyydestä. Nämä vauvamaiset

kasvonpiirteet ja niiden aiheuttamat reaktiot ihmisissä ulottuvat myös muihin eläinlajeihin, jonka vuoksi monien eläinten pentuja pidetään söpöinä ihmisvauvojen tapaan. Stereotypiat ovat hahmosuunnittelussa voimakas ja ahkerasti käytetty työkalu. Videopelien perimmäinen tarkoitus on yleensä viihdyttää pelaajaansa ja hahmot usein tukevat ihmisiin juurtuneita stereotyyppisiä käsityksiä, koska jo syntyneen maailmankuvan vahvistaminen tutuilla ja odotetulla tavalla käyttäytyvillä hahmoilla tekee pelihahmoista helpommin lähestyttäviä ja miellyttävämpiä. Toisaalta stereotyyppien rikkominen oikealla hetkellä voi saada hahmot vaikuttamaan syvällisemmiltä ja mielenkiintoisilta. (Isbister, K. 2006. 5-11)

Millainen sitten on hyvä videopelihahmo? Kaikista hahmosuunnittelun periaatteista ja psykologisista näkökulmista huolimatta hyvä pelihahmo on lopulta sellainen, joka tukee peliä jossa se on. Pienellä mobiililaitteen näytöllä pelattavan nopeatempoisen pelin hahmon ulkonäön on oltava tarpeeksi yksinkertainen, jotta pelaaja tunnistaa sen vaivattomasti ja jotta liika yksityiskohtaisuus ei tekisi siitä vaikeasti seurattavaa pelin aikana. Tarinavetoisessa pelissä hahmon motiivien, persoonallisuuden ja taustatarinan taas kannattaa olla hyvin suunniteltu, jotta hahmon käytös ja reagointi eri tapahtumiin olisi yhtenäistä eikä rikkoisi pelin tarinan luomaa immersiota. (Gard, T. 2000)

4.1 Mood Board

Uuden hahmon suunnittelussa käytetään usein apuna mood boardeja. Mood boardit ovat kuvakollaaseja, jotka koostuvat esimerkiksi erilaisista valokuvista, muiden pelien grafiikasta tai elokuvien kuvakaappauksista. Näiden kuvakollaasien tehtävä on luoda hahmon rooliin sopiva tunnelma ja etsiä tämän suunnitteluun sopivia ideoita kokoamalla hahmon ulkonäköön ja luonteeseen sopivia kuvia yhdeksi kokoelmaksi. Jos tehtävänä on suunnitella peliin esimerkiksi noita, graafikko voi hakea kuvakollaasiinsa valokuvia vanhoista ihmisistä, erilaisista syylistä, teemaan sopivasta vaatetuksesta ja vaikkapa poron sarvista, jos hahmolle halutaan antaa jotain erityistä visuaalista mielenkiintoa sarvekkaan päähineen muodossa. Osa kuvista taiteilija voi hyödyntää suoraan konseptissaan, osa kuvista voi olla mukana vain luomassa oikeanlaista tunnelmaa ja pitämässä ajatukset konseptin luonnin kannalta oikeilla urilla. (Vasile, C. 2011)

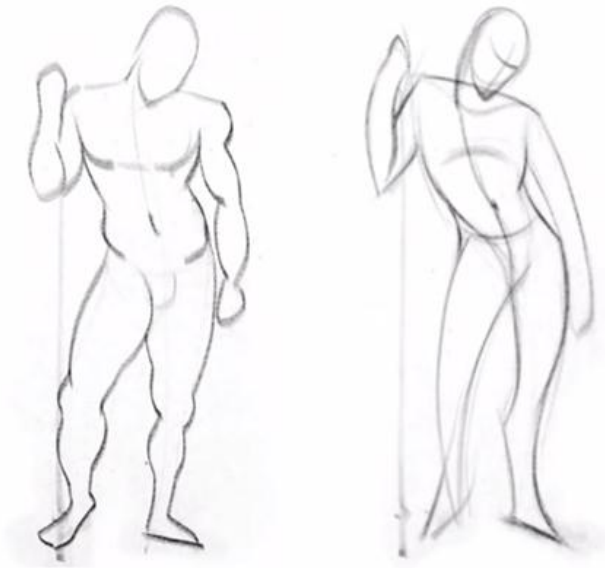
4.2 Konseptitaide

Konseptitaide on kirjaimellisesti suunnitelmataidetta. Se on visuaalinen suunnitelma ja pohjapiirros peliin luotavasta hahmosta. Videopelien grafiikan kehittyessä myös hahmojen konseptitaiteen taso ja yksityiskohtaisuus on parantunut, kun näiden on pitänyt kuvata graafisesti kehittyneitä hahmoja aina vain tarkemmin jo suunnitteluvaiheessa. Konseptitaiteella on suuri merkitys sekä pelien visuaaliseen ilmeeseen että peliä kehittävän tiimin motivaatioon. Hyvä konseptitaide on teknisesti laadukasta visuaalisten ideoiden viestimistä hahmojen myöhemmää kehitystyötä varten, mutta se lisäksi innostaa ja motivoi pelin parissa työskenteleviä ihmisiä. Konseptitaide herättää pelin maailman ja sen hahmot henkiin jo ennen kuin peliä voi vielä pelata. (Bond, A. 2012)

Onnistuneen hahmokonseptin luontiin on yhtä monta tapaa kuin graafikkoakin, mutta tietyt periaatteet ja käytännöt ovat enemmän tai vähemmän läsnä kaikissa hyvissä hahmokonsep-teissa. Silhuettia, liikettä ja rakennetta voidaan ehkä kutsua hyvän hahmokonseptin kulmaki-viksi, joiden päälle yksityiskohdat, värit ja valaistus rakennetaan.

4.2.1 Liike

Liikkeellä tarkoitetaan hahmon (tai minkä tahansa kuvan) eri osien suhdetta toisiinsa. Dynaaminen ja soljuva mutta muuten yksinkertainen muoto on monesti katsojalle miellyttävämpi kuin realistisesti piirretty, mutta tönkkö hahmo. Liikkeen merkitys onnistuneen hahmokonseptin aikaansaamisessa on verrattavissa silmien merkitykseen kasvoja tehdessä ja hahmon liike konseptikuvassa kertoo paljon tämän luonteesta. Liikkeen ehdoilla piirrettyä hahmoluonnosta on myös helpompi kehittää eteenpäin, koska hahmon rakenne ja yksityiskohdat voidaan sovittaa tähän toimivaan liikkeeseen. Muotojen mukaan piirrettyyn hahmoon taas voi olla vaikea tuoda liikettä jälkeenpäin muuttamatta jo luotuja muotoja ja rakenteita. (Prokopenko, S. 2013)



Kuvio 1. Esimerkki realistisesti piirretyistä muodoista verrattuna yksinkertaisempaan, liikkeen ehdoilla piirrettyyn luonnokseen.

4.2.2 Rakenne

Liike antaa paljon viitteitä hahmon luonteesta ja tarinasta, mutta ei sellaisenaan yleensä riitä kertomaan tarpeeksi hahmosta toimiakseen uskottavana ja jatkokehitykseen sopivana konseptina. Rakenne on hahmon kiinteiden, massaltaan ja muodoltaan suhteellisen muuttumattomien osien lisäämistä kuvaan. Rakenne tekee hahmosta uskottavamman, saa sen tuntumaan kolmiulotteiselta ja antaa tälle massan tuntua. Ihmishahmoissa käytettäviä rakenteita ovat pää, rintakehä ja lantio. Näiden alueiden luut pitävät ne muodoiltaan ja massaltaan muuttumattomina. Ne toimivat siksi erinomaisesti rakenteen kuvaamisessa. (Prokopenko, S. 2013)

4.2.3 Silhuetti

Silhuetit ovat tehokas ja nopea tapa suunnitella toisistaan hyvin erottuvia ja toimivia hahmoja. Ihmiset näkevät luonnostaan ensin kokonaisuuden ja keskittyvät vasta sen jälkeen pienempiin yksityiskohtiin, joten hahmojen suunnittelu suurilla muodoilla on usein hyvä ratkaisu. Silhouetteja käyttämällä graafikko pystyy kokeilemaan suurta määrää erilaisia hahmokonsepteja lyhyessä ajassa, joka tekee niistä tehokkaan työkalun suunnittelussa. Hyvä hahmosilhuetti on helposti tunnistettava ja antaa vihjeitä hahmon luonteesta yhdellä silmäyksellä.

Esimerkiksi piikikäs ja suuri silhuetti vaikuttaa vaaralliselta, kun taas pehmeät ja pyöreät muodot tuntuvat ystävällisiltä ja miellyttäviltä. Sopivien silhuettien valinnan jälkeen voidaan keskittyä näiden parhaiden vaihtoehtojen jatkokehitykseen yksityiskohtia ja värejä lisäämällä. Parhaat silhuetit jalostuvat prosessin aikana huonompien karsiutuessa pois kollegoilta tai taiteelliselta johtajalta saadun palautteen pohjalta, kunnes lopulta päädytään valmiiseen hahmokonseptiin. Vaikka artisti ei käyttäisikään silhuetteja työskentelyprosessissaan, ne on otettava huomioon lopullisessa tuotteessa, jotta pelaajan olisi helppo tunnistaa eri hahmot. Silhuettien tärkeys peleissä vaihtelee genren ja tyylin mukaan, mutta niiden merkitys korostuu erityisesti mobiilipeleissä ja DotA 2:n kaltaisissa kilpailullisissa tiimipeleissä, joissa pelaajien on tunnistettava eri hahmot ensisilmäyksellä nopeiden päätösten tekemiseksi. (DOTA 2 – Character Art Guide. 2012)



Kuvio 2. Hirviön suunnittelua silhueteilla.

Liian uniikki tai ihmisten odotuksista poikkeava konsepti voi helposti epäonnistua. Hahmossa on oltava tarpeeksi samastuttavia ja tuttuja piirteitä, jotta se ruokkisi ihmisten odotuksia ja asettaisi hahmon oikeaan kontekstiin. Oikeiden ihmisten ja eläinten tutkiminen ja käyttäminen lähdemateriaalina on paras keino saada hahmokonsepteista uskottavia ja todentuntuisia, vaikka kyse olisi hyvin tyylitellystä tai kuvitteellisesta hahmosta. Pelihahmojen onnistumisen kannalta on lisäksi tärkeää, että ne ovat johdonmukaisia keskenään ja pelin maailman kanssa. (Galiban, R.; Seegmiller, D. 2007)

BioWare- pelifirman vanhempi taiteilija Rion Swanson kommentoi Jade Empire -pelin Sagacious Zu- munkin kehitysprosessia seuraavasti:

In fact, one of the more challenging aspects of the character creation process was dealing with frequent story changes, particularly during the earlier stages of development. This often affected the characters' back stories, requiring the group to alter, or sometimes completely revise, the models. The team originally designed Zu as a portly, good-natured, optimistic monk whose diplomacy skills would enable him to assist the player as a Follower. Then, a story change transformed him into a disgraced monk who is called on to help the player exorcise corrupted spirits. To support this new role of an action-oriented fighting monk with a hint of a dark and mysterious past, the group remodeled the character to reflect the look of a tragic hero-tough and somewhat aggressive. (Moltenbrey, K. 2005)

Vapaa käännös:

Yksi hahmonluontiprosessin haastavimmista osa-alueista oli jatkuvien, varsinkin projektin alkupäässä tapahtuneiden, tarinallisten muutosten kanssa työskentely. Nämä muutokset vaikuttivat hahmojen taustatarinoihin, joka vaati tiimiä hienosäätämään hahmoja, tai joskus tekemään ne kokonaan uusiksi. Alun perin tiimimme suunnitteli Zun tukevaksi, hyvätapaiseksi ja optimistiseksi munkiksi jonka neuvottelutaidot auttaisivat pelaajaa tämän matkalla. Pelin tarinan muuttuminen kehitysprosessin aikana muutti hänet häväistyksi munkiksi, joka kutsutaan auttamaan pelaajaa turmeltuneiden henkien manaamisessa. Sovittaaksemme Zun tähän uuteen taistelupainotteiseen ja traagiseen rooliinsa, tiimimme suunnitteli hahmon uudelleen, jotta tämän ulkonäkö täsmäisi muuttuneen tarinan kanssa.



Kuvio 3. Sagacious Zu -munkin varhainen luonnos ja lopullinen konseptikuva.

5 MALLINNUS

3D- grafiikkaa on käytetty tietokonepeleissä vasta noin 15 vuotta, mutta se on tänä lyhyenä aikana kehittynyt hurjaa vauhtia yksinkertaisista ja kulmikkaista pökkeloistä fotorealistisiin, ulkonäöltään oikeisiin ihmisiin verrattavissa oleviin hahmoihin. Videopelit ovat yksi merkittävimmistä 3D- tekniikkaa eteenpäin vievistä teollisuudenaloista ja esimerkiksi 1990- luvun puolivälissä kotitietokoneisiin alettiin myydä erillisiä grafiikkakortteja, joiden kehitys on kulkenut käsi kädessä videopelien grafiikan kanssa. (Puhakka, A. 2008. 24, 27.)

5.1 Low ja high poly

Low- ja high poly ovat vakiintuneita termejä, jotka kuvaavat nimensä mukaisesti sitä onko hahmossa paljon vai vähän polygoneja. Kummallekaan ei ole olemassa lukuja, joiden perusteella malli voitaisiin luokitella jompaankumpaan kategoriaan, vaan termit ovat suhteellisia. Mobiilipelejä kehittävä pelifirmalle high poly saattaa tarkoittaa vaikkapa 1500 trianglea, kun taas suuren budjetin tietokonepelin kehittäjille pelkkä low poly voi tarkoittaa 15 000 trianglea. Yksi vakiintunut tapa korkearesoluutioisten hahmojen parissa työskennellessä on käyttää low polya pelissä toimivasta hahmosta puhuttaessa ja high polya, kun tarkoitetaan veistettyä, yksityiskohtaista mallia josta low poly -mesh saa normaalikarttansa. (Finney, K. C. 2004. 415)

5.2 Orgaaniset ja kovat mallit

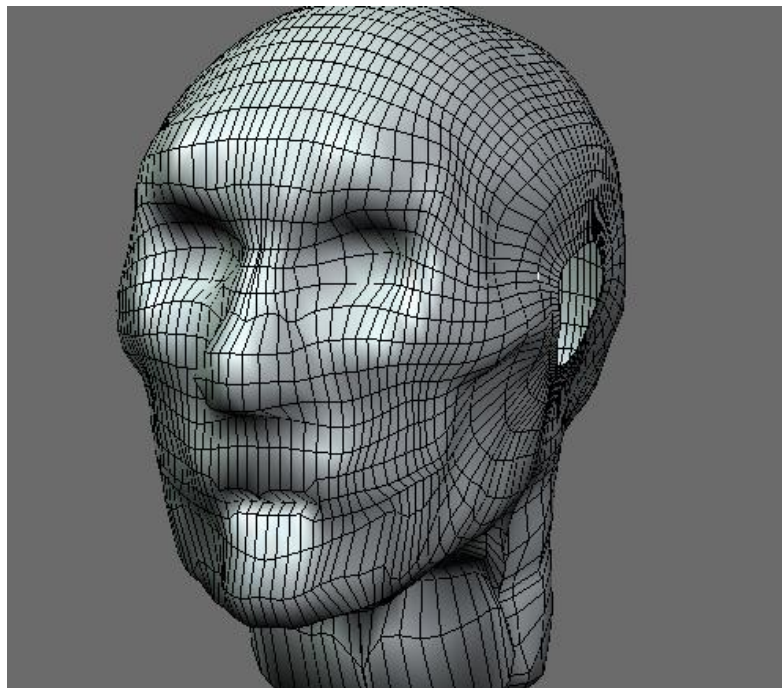
3D -meshit (eli mallit) voidaan jakaa erilaisiin kategorioihin käyttötarkoituksesta, toteutustavasta ja ulkonäöstä riippuen. Kategorioita on kuitenkin paljon näitä enemmän ja monet artistit lokeroivat meshejä omien kokemustensa ja mieltymystensä perusteella. Tuotantolähtöisissä kehitysympäristöissä, kuten peliteollisuudessa, 3D -meshit kuitenkin jaotellaan usein orgaanisiin ja koviin malleihin. Orgaanisten ja kovien mallien ratkaiseva ero tässä jaottelussa on niiden rakenne ja käyttötarkoitus pelissä. Orgaaniset mallit muuttavat muotoaan, kun taas kovat mallit pysyvät rakenteeltaan muuttumattomina. Kivet, autot ja rakennukset ovat kovia malleja, koska niiden polygoniverkko ei muutu, vaikka näiden osat tai koko kappale liikkuisivatkin (esimerkiksi auton pyörät ja ovet). Ihmiset, eläimet ja muut animoitavat kappaleet sen

sijaan ovat orgaanisia malleja, koska niiden rakenne venyy, taibtuu ja kiertyy mallin liikkeiden mukaan. (Vaughan, W. 2011)

Animoitavat hahmot ovat aina orgaanisia malleja ja näiden mallinnuksessa tulee olla tarkka ja noudattaa tiettyjä käytäntöjä. Huonosti mallinnetun orgaanisen mallin polygonit venyvät ja leikkaavat toisiaan väärällä tavalla animoitaessa, joka vahingoittaa lopullisen hahmon ulkonäköä ja voi saada sen näyttämään teknisesti puutteelliselta (Vaughan, W. 2011)

5.3 Topologia

Animoitavissa hahmoissa kappaleen polygonit venyvät, vääntyilevät ja muuttavat muotoaan eri tavoin liikkeen mukaan. Tällaisten orgaanisten mallien luomisessa on kiinnitettävä erityistä huomiota kappaleen topologiaan. Topologia on matematiikan muotoja, tilaa ja kappaleiden pisteitä tutkiva alue, mutta 3D- grafiikassa se tarkoittaa vapaasti kuvailtuna kappaleen kykyä mukautua muotojen muuttumiseen. (Kyshtymov, A. 2012)

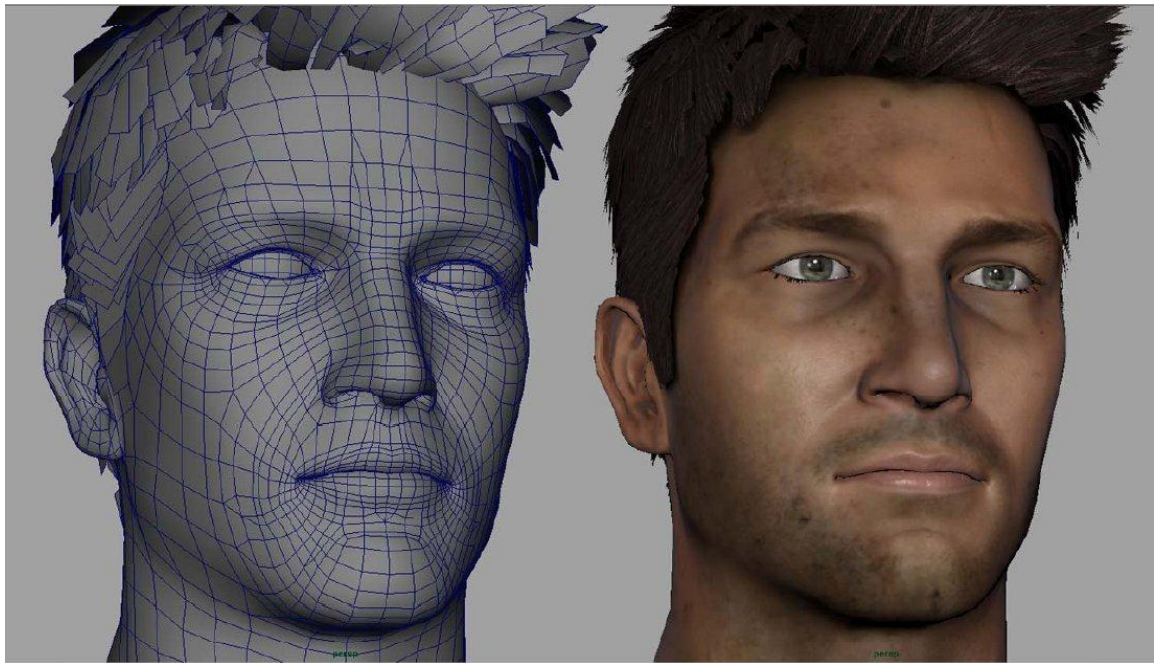


Kuvio 4. Pelkällä nelikulmaisella polygoniverkolla rakennettu pää.

Animaation ja veiston kannalta teknisesti ihanteellinen malli koostuisi ainoastaan nelikulmaisista polygoneista, koska näiden käyttäytyminen liikkeessä on helppo ennustaa ja nelikulmaisten polygonien verkko muokkautuu hallitusti. Hahmot eivät kuitenkaan palikkamaisia robotteja lukuun ottamatta ole neliskulmaisia, joten pelkkien nelikulmaisten polygoniverkkojen

käyttö ei ole järkevää, käytännöllistä, saati hyvän näköistä. Polygonit kannattaa mallintaessa sijoittaa yksityiskohdiltaan tärkeille alueille ja animaatioissa runsaasti venyviin kohtiin. Hahmon kasvot ovat sen tärkein yksittäinen osa ja niihin sijoitetaan yleensä suuri määrä polygoneja suhteessa muuhun kehoon. Raajojen niveliin on myös sijoitettava enemmän polygoneja, jotta niiden taittuminen animoitaessa ei venyttäisi meshiä. (Richardson, P. J. 2008)

Orgaanisten mallien topologia rakentuu niin sanottujen looppien ja pole -verteksien ympärille. Pole- verteksit ovat pisteitä, jotka jakavat tai yhdistävät ympäröiviä rakenteita. Loop tarkoittaa vapaasti suomennettuna silmukkaa, joilla luodaan topologian kannalta tärkeitä muotoja. Polygonit pyritään silmukassa asettamaan siten, että niiden liittymäkohdat muodostavat jatkuvan reitin, joka seuraa lihasten muotoja ja suuntia. Anatomian tuntemus ja tämän ottaminen huomioon mallintaessa auttaa topologisesti onnistuneen hahmon rakentamisessa. Esimerkiksi kasvoja mallintaessa hyvä käytäntö on sijoittaa polygonit siten, että ne seuraavat silmien ja suun sulkijalihasten pyöreitä muotoja ja jakautuvat sekä yhdistyvät myöhemmin muiksi pään muodoiksi esimerkiksi posken viisikulmaisen polen hajauttamana. (Kuvio 5.) Vaikka topologia luodaan usein lihasten rakennetta mukaillen, kyseinen tapa toimii käytännössä vain jos hahmoon voi sijoittaa tarpeeksi polygoneja joilla kuvata lihasten muotoja. Jos käytettävien polygonien määrä on hyvin rajallinen, ei ole kannattavaa sijoittaa noita harvoja polygoneja lihasten muotojen realistiseen kuvantamiseen. (Richardson, P. J. 2008)



Kuvio 5. Esimerkki hyvästä kasvotopologiasta.

5.4 UVW -unwrap

UVW -unwrap tarkoittaa kolmiulotteisen pinnan avaamista ja levittämistä kaksiulotteiseksi bittikartaksi teksturointia varten. Meshin pinnalle luodaan vetoketjun tavoin toimivia saumoja, joita pitkin käytettävä unwrap -työkalu yrittää levittää meshin tasaiseksi pinnaksi. Ikään kuin vetoketjullisen takin levittäisi tasaisesti pöydälle. Unwrapatun meshin pintaa sanotaan UVW -kartaksi, jonka kirjaimet vastaavat kolmiulotteisen koordinaatiston XYZ -koordinaatteja. Tekstuurikoordinaateista puhuttaessa voidaan myös käyttää lyhyempää termiä ”UV”, koska nämä kaksi koordinaattia riittävät kaksiulotteisen tekstuurin kuvaamiseen valtaosassa tapauksista. Kolmas koordinaatti W on verrattavissa syvyys-suuntaiseen Z -akseliin ja tätä käytetään mm. 3D -materiaaleissa. (Brinck, W. 2005)

Nykyteknologia ei salli hahmojen UVW -kartan luomista saumattomasti, joten yksi 3D -graafikon tärkeistä taidoista on kyky piilottaa nämä välttämättömät saumat niin ettei pelaaja näe niitä ja niiden aiheuttamia virheitä tekstuureissa ja valaistuksessa. Saumat sijoitetaan usein raajojen sisäpinnoille, varusteiden tai hiusten alle ja esimerkiksi vaatteiden luontaisiin sauma-kohtiin, joissa tekstuurisauma ei näytä luonnottomalta. (Brinck, W. 2005)

5.5 Veisto

Digitaalinen veisto on tekniikka, jossa meshiin lisätään miljoonia polygoneja dynaamisesta muokkausta varten. Veiston lopullinen tarkoitus on yleensä normaalikartan luominen, jonka avulla veistetyin high poly -mallin yksityiskohdat voidaan siirtää kevyemmän low poly -mallin pinnalle.

Veistossa 3D- malli siirretään veisto-ohjelmaan (tai luodaan kyseisen ohjelman sisällä), jossa mallin polygoneja jaetaan jatkuvasti pieneneviin osiin subdivision -komennolla. Kyseisellä toimenpiteellä malliin saadaan lopulta lisättyä kymmeniä tai jopa satoja miljoonia polygoneja. Syntyneessä high poly -mallissa on niin paljon muokattavia verteksejä, että se alkaa käyttäytyä oikean saven tai muovailuvahan tapaan ja on helposti muokattavissa virtuaalisilla veistotyökaluilla. Veistossa hahmoihin lisätään paljon pieniä yksityiskohtia, joiden luonti perinteisillä mallinnusohjelmilla olisi liian työlästä ja aikaa vievää. Digitaalisessa veistossa käytetään monia oikeassa kuvanveistossa toimiviksi todettuja tekniikoita muotojen muokkaamiseen ja yksi-

tyiskohtien luomiseen, mutta digitaalisuus antaa paljon vapauksia, joka nopeuttaa ja notkeuttaa prosessia. (Spencer, S. 2008)

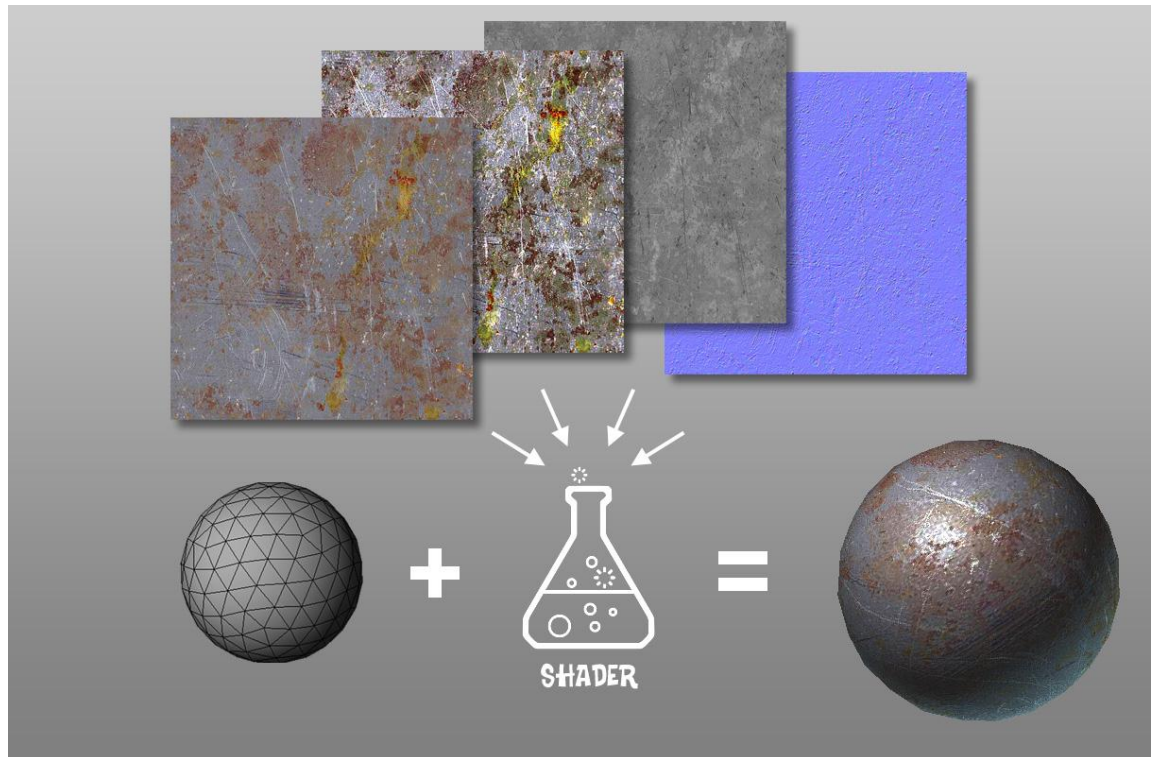
Kuten konseptitaidetta tehdessä, myös veistossa on kannattavaa keskittyä ensin suuriin muotoihin ja edetä niistä pienempiin yksityiskohtiin. Veistäessä hahmon muodot voidaan jakaa hierarkkisesti ensisijaisiin, toissijaisiin ja tertiäärisiin muotoihin. Ensisijaiset muodot määrittelevät hahmon silhuetin ja pääasiallisen ulkonäön. Toissijaiset muodot lisäävät malliin yksityiskohtia, jotka kuitenkin ovat tarpeeksi suuria vaikuttaakseen silhuettiin. Toissijaiset muodot ovat yksityiskohtia, jotka tekisivät esimerkiksi ihmishahmosta tunnistettavan toiseen, ruumiinrakenteeltaan samanlaiseen henkilöön verrattuna. Tertiääriset muodot ovat pintojen pieniä ja vähiten tärkeitä yksityiskohtia, jotka eivät vaikuta silhuettiin. Tertiäärisillä muodoilla on kuitenkin suuri rooli pinnan laadun ja tekstuurin määrittelyssä. Tällaisia muotoja ovat esimerkiksi rypyt ja suomut. Tertiäärisiä muotoja on helppo käyttää liikaa, koska niiden lisääminen digitaalisilla veistotyökaluilla on vaivatonta ja ne tekevät sileästä pinnasta nopeasti näyttävän näköisen, jolloin tärkeämmät ensisijaiset ja toissijaiset muodot saattavat jäädä vähemmälle huomiolle. (Napkil, G.; Diamant, R. 2008)

6 TEKSTUROIINTI

Tekstuurikartat ovat 3D -meshin pinnalle levitettäviä 2D -kuvia, jotka yhdessä valaistuksen ja mallin geometrian kanssa määrittelevät hahmon lopullisen ulkonäön. Tekstuurikarttojen resoluutio, ja sitä kautta hahmon ulkonäön tarkkuus ja yksityiskohtaisuus, riippuu kohdealueesta. Mobiilipeleissä hahmojen tekstuurikoot voivat vaihdella esimerkiksi 128x128 ja 1024x1024 -kokoisten karttojen välillä, kun taas graafisesti näyttävissä PC- ja konsolipeleissä hahmotekstuurit voivat nousta 2048x2048 kokoiisiin tai useampiin pienempiin karttoihin. Tekstuurit luodaan yleensä kuvankäsittelyohjelmissa, esimerkiksi Photoshopissa, ja ne ovat useimmiten sekoitus valokuvia ja käsin maalattuja alueita. Tekstuurien luontitapa vaihtelee paljon tekijästä riippuen ja hyvä teksturoija osaa muuttaa tyyliään sopimaan projektin tyyliin yhtenäisen ulkonäön aikaansaamiseksi. Tekstuurit ovat videopelihahmojen lopullisen ulkonäön kannalta varsinaista 3D -meshiä tärkeämpiä. Hyvät tekstuurit pelastavat huonon meshin, mutta mikään ei pelasta huonoja tekstuureja. (Animation Academy. 2010)

Tekstuureja tehdessä on äärimmäisen tärkeää käyttää oikeita tiedostomuotoja bittikarttoja tallentaessa. Väärässä formaatissa tallennettu bittikartta voi huonontaa tekstuurien laatua merkittävästi. Tekstuuriformaatit voidaan jakaa kahteen kategoriaan: pelissä käytettävät ja työskentelyformaatit. Pelimoottorit pakkaavat käytettävät tekstuurit omiksi, pelissä käytettäviksi tiedostomuodoikseen, mutta graafikko työstää tekstuureja eri formaatissa. Pelissä käytettävät formaatit vaihtelevat projektista ja pelimoottorista riippuen, mutta yleisesti käytettyjä työskentelyformaatteja on kourallinen. JPG -formaattia kannattaa työskennellessä välttää, koska se pakkaa tekstuurin joka huonontaa sen laatua. JPG -formaattia voi kuitenkin joissain tapauksissa käyttää valmiiden tekstuurien tallennuksessa. PNG-, TGA- ja PSD -tiedostotyypit ovat suositeltavia tallennusmuotoja tekstuureille, koska ne eivät pakkaa niitä vaan säilyttävät bittikartan sisällön muuttumattomana. Ainut pakkaus tapahtuu tällöin pelimoottorin muuttaessa lopulliset tekstuurit pelissä käytettävään muotoon. Tekstuurit tulisi tallentaa aina kahden potenssissa, jotta grafiikkakortit ja pelimoottorit pystyisivät käsittelemään niitä optimaalisesti. (Chadwick, E. 2010 d.)

Shader on pieni ohjelma, joka yhdistää tekstuurit pelimoottorissa. Näitä yhteenlaskettuja tekstuureja kutsutaan materiaaliksi joka yhdessä geometrian kanssa määrittelee meshin ulkonäön. Shader ja materiaali tarkoittavat teoriassa samaa asiaa, mutta ne on joissakin pelimoottoreissa erotettu selkeämmän työskentelyn vuoksi. (Toledo, P. 2010)



Kuvio 6. Shader yhdistää tekstuurit materiaaliksi, joka yhdessä mallin geometrian ja valaistuksen kanssa määrittelee kappaleen lopullisen ulkonäön.

6.1 Diffuusi

Oikeassa maailmassa diffuusi tarkoittaa pinnoista kimpoavaa valoa. Pinta imee itseensä osan saapuvan valon aallonpituuksista (väreistä) ja kimpoaa loput eri suuntiin. Kun tämä kimmonnut valo saavuttaa silmän, ihminen näkee pinnan, josta se kimposi. 3D:ssä diffuusi simuloi tätä valon kimpoamista pinnoilta. Käytännössä diffuusi- tai värikartta, sisältää nimensä mukaisesti hahmon pinnan värit. (Toledo, P. 2010)

Diffuusikartan toteutustapa riippuu paljon kohdealustasta. Mobiilipeleihin luoduissa hahmoissa diffuusikartta on monesti ainoa käytössä oleva tekstuuri laitteiden suhteellisen rajoituneiden tehojen vuoksi ja siihen yksinkertaisesti maalataan kaikki hahmon pinnan muodot, värit ja valot. Mitä useampia erilaisia tekstuurikarttoja pelissä käytetään, sitä enemmän yksityiskohtien, valojen ja varjojen esittäminen on näiden muiden karttojen vastuulla. Valojen ja varjojen lisääminen diffuusikarttoihin tällaisissa tapauksissa tekisi niistä usein liian voimakkaita, kun diffuusi lisäisi hahmoon valoja ja varjoja alueille, joille muut kartat ja valonlähteet on jo luonut valaistuksen. Samasta syystä diffuusiin ei tulisi lisätä puhdasta mustaa tai valkoista,

vaan ne tulisi pitää suhteellisen neutraaleina valo- ja väriarvojen suhteen. (Animation Academy, 2010; Toledo, P. 2010)

Normaalikarttoja käyttäviä hahmoja tehdessä diffuusi luodaan monesti normaali- ja ambient occlusion -karttojen luonnin jälkeen koska diffuusin yksityiskohtien on täsmättävä muiden, high polyn pinnanmuodoista luotujen, karttojen yksityiskohtien kanssa. Diffuusia käytetään monesti myös pohjana muiden tekstuurien luonnissa. Koska diffuusi sisältää kaikki kappaleen pinnan värit ja yksityiskohdat, on usein luonnollista ja järkevää luoda muita tekstureja tämän pohjalta. Tällä tavoin pinnan vaihtelut, kulumat ja yksityiskohdat ovat oikeilla paikoilla myös muissa kartoissa, joka parantaa esimerkiksi specular -tekstuurien laatua. (Morrell, S. 2006)

6.2 Specular

Oikeassa maailmassa pinnan specular -heijastuksella, tai kiillolla, ei ole suoranaista eroa diffuusin kanssa. Merkittävin ero diffuusiin on kulma jossa valo kimpoaa. Diffuusiheijastuksessa valo kimpoaa satunnaisesti kaikkiin suuntiin, joka ilmenee pinnan väreinä. Specular -heijastuksessa valo sen sijaan kimpoaa samassa kulmassa kuin missä se saapui, joka aiheuttaa kirkkaan heijastuksen kappaleen pinnalla. Vaikka diffuusilla ja specularilla ei oikeassa maailmassa ole suoranaista eroa, niillä on 3D:ssä omat tekstuurinsa, koska eri materiaalien ominaisuudet luovat vaihtelua heijastuksien laatuun, jonka vuoksi pinnan värejä ja heijastuksia ei voi kuvata vain yhdellä kartalla. Materiaalit voidaan hyvin karkeasti jakaa eristäviin ja johtaviin pintoihin, jotka heijastavat valoa eri tavoin. Eristäviä pintoja ovat esimerkiksi puu, muovi, kumi, paperi jne., johtavia taas erilaiset metallisen näköiset pinnat. Näiden pintojen merkittävin ero on heijastuksen värissä: eristävät pinnat eivät valoa heijastaessaan vaikuta sen väriin, mutta johtavat pinnat sävyttävät heijastuvaa valoa diffuusin väriseksi. Tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi tietynlaisia materiaaleja luodessa. Esimerkiksi kullan näköisen materiaalin aikaansaamiseksi kullankeltaiseen diffuusiin voidaan lisätä kellertävä specular -kartta, kun taas muovisen pinnan luomiseksi specularin väri käännetään diffuusin vastaväriksi, jolloin heijastuksesta tulee valkoinen pelimoottorin laskiessa vastavärit yhteen. Valkoisen tai harmaan värin käyttäminen eristävän materiaalin specular -kartassa ei välttämättä anna toivottua tulosta. Diffuusin vastavärin käyttäminen heijastuksessa neutraloi diffuusin värin ja antaa valkoisen

heijastuksen, mutta harmaan eri sävyt kirkastavat diffuusin väriä, joka saattaa antaa tälle hienoisen metallisen kiillon. Mustavalkoiset specular -kartat ovat kuitenkin monissa tilanteissa riittäviä onnistuneen specularin aikaansaamiseksi. (Toledo, P. 2010)



Kuvio 7. Eristäviä (dielectric) ja johtavia (conductor) materiaaleja.

6.3 Normaali

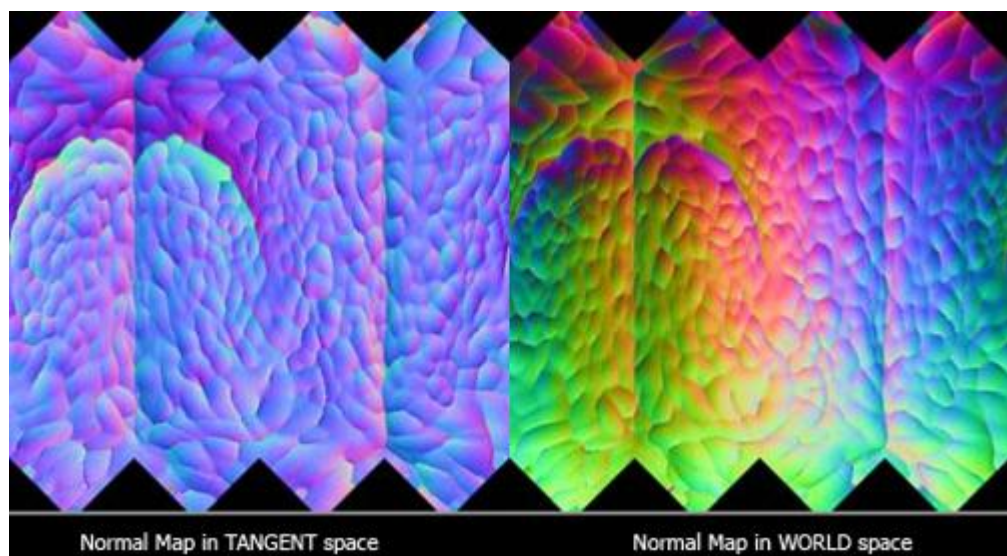
Normaalikartta on yksityiskohtaisesta high poly -mallista bake -toiminnolla luotu tekstuuri-kartta, joka luo illuusion siitä että hahmon pinta olisi yksityiskohtaisempi kuin sen todellinen geometria. Normaali eroaa muista tekstuureista, koska sen luomat yksityiskohdat eivät kartan kaksikulotteisuudesta huolimatta käyttäydy kuin tasaiset 2D -pinnat, vaan valaistuvat ja varjos-tuvat kuin kolmiulotteiset muodot. Normaalikartan RGB -väripaletti kääntyy X, Y ja Z koordinaateiksi jonka ansiosta se pystyy kuvantamaan syvyyttä ja suuntaa meshin pinnalla. Normaalikartta ei kuitenkaan koskaan voi muuttaa kappaleen todellista geometriaa tai vaikut-taa siluettiin, joten se sopii vain pintatekstuuriin ja yksityiskohtien esittämiseen. Suuret, sil-huettiin vaikuttavat muodot on mallinnettava suoraan low poly -meshiin. Normaalikarttojen käyttö ei aina ole välttämätöntä edes uusissa PC- ja konsolipeleissä. Tekijöiden kannattaa punnita normaalien tarpeellisuutta niiden luontiin kuluvan ajan lisäksi kasvaneiden laitevaa-

timuksien takia. Esimerkiksi yksi 512x512 -kokoinen normaalikartta vaatii arviolta yhtä paljon laskentatehoa kuin 2400 ylimääräistä polygonia. (Hajioannou, Y. 2013; Myhill, A. 2008)

6.3.1 Tangent, object ja world space normaalikartat

Normaalikarttoja on kolme erilaista: world space, object space ja tangent space, jotka kaikki lisäävät mallin yksityiskohtia, mutta sopivat eri tilanteisiin ja vaativat kasvavan määrän laskentatehoa. World- ja object space -normaalikartat ovat tunnistettavia kaikissa sateenkaaren väreissä loistavasta bittikartastaan. Nämä kartat ovat laskennallisesti kevyempiä ja ne on tarkoitettu staattisten kappaleiden yksityiskohtien lisäämiseen. Niiden käyttö vapaasti liikkuvassa ja animoitavassa meshissä kuitenkin pilaisi kyseisen kappaleen valaistuksen. World space -normaalit sopivat staattisille kappaleille, jotka eivät liiku millään tavalla, kuten rakennuksille. Object space -normaalikartat puolestaan sallivat staattisten kappaleiden liikkeen (esim. autot), mutta kappaleen pinnan muotojen muuttaminen ongelmitta on edelleen mahdotonta. (Ashlock, R. 2005)

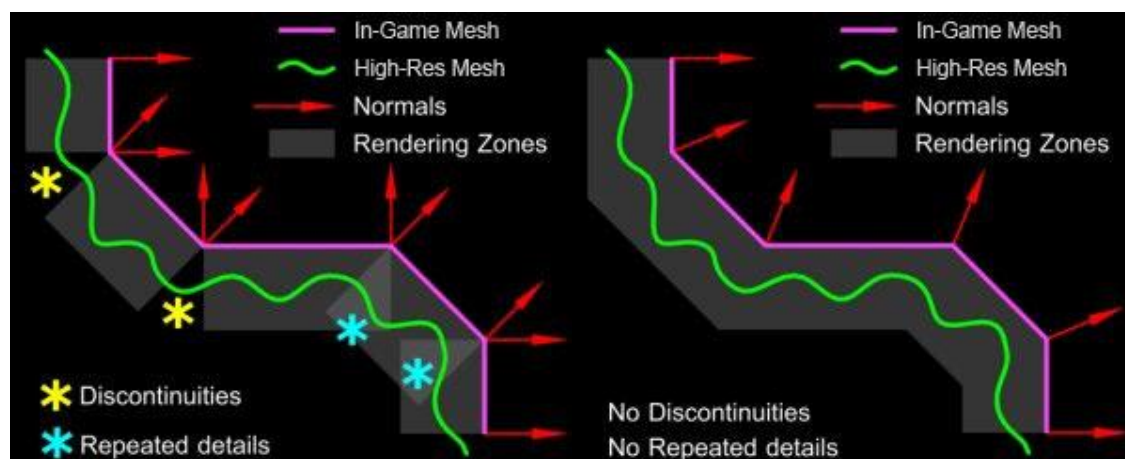
Tangent space -normaalikartat ovat näistä kolmesta yleisimpiä, sinertäviä bittikarttoja. Sinertävä väri johtuu siitä, että tangent spacessa kappaleen pinnan normaalit osoittavat aina ”ylöspäin”, huolimatta niiden oikeasta sijainnista tai suunnasta. Tangent space- kartat sallivat kaikenlaisen liikkeen ja muokkautumisen ja ovat siksi paras ja käytännössä ainut vaihtoehto animoitaville hahmoille. (Ashlock, R. 2005)



Kuvio 8. Tangent ja world space normaalikartat.

6.3.2 Bake ja smoothing group

Normaalikarttojen bake tarkoittaa veistetyin high poly -mallin yksityiskohtien siirtämistä kevyemmän low poly -mallin pinnalle. Bake -toiminnossa käytettävä ohjelma laskee tietyn etäisyyden low polyn pinnalta ja lähettää tältä etäisyydeltä suuren määrän säteitä sisäänpäin kohti mallia. Kun nämä säteet osuvat high poly -malliin, ohjelma laskee kyseisen pisteen normaalin ja tallentaa sen normaalikarttaan. Syntyneessä kartassa high poly -mallin yksityiskohdat on tallennettu kaksiulotteiseen tekstuurimuotoon. Hahmojen normaalikarttoja luodessa on oleellista että low poly -meshin jokainen polygon kuuluu samaan smoothing groupiin. Jos hahmon polygonien välillä on niin sanottuja kovia reunoja, normaalikartoista tulee virheellisiä. Tämä johtuu polygonien normaaleista. Jos polygonien välillä on kovia reunoja, niiden liittymäkohtien yhteisillä vertekseillä on yhden sijaan kaksi normaalia jotka osoittavat eri suuntiin. (Kuvio 9.) Koska normaalikartta lasketaan low polyn pintojen normaalien avulla, nämä ylimääräiset eri suuntiin osoittavat normaalit ovat tuhoisia onnistuneen kartan luonnin kannalta. Kovat reunat ovat kuitenkin joskus hyödyllisiä, jos mallissa ja normaalikartassa on tarkoitus olla terävä ja selkeä reuna. Orgaanisia hahmomalleja tehdessä kovat reunat kuitenkin pilaavat mallin yhtenäisen pinnan. (Albeluhn, C. 2013)



Kuvio 9. Vasemmalla esimerkki kovista reunoista ja niiden aiheuttamista virheistä normaalikartassa (keltaiset ja siniset tähdet). Oikealla yhtenäisellä smoothing groupilla aikaansaatu virheetön pinta.

Normaalikarttoja luodessa tulee ottaa huomioon, että eri ohjelmat ja rajapinnat laskevat tangentteja eri tavoin. Normaalikartan luoneen ohjelman ja sitä myöhemmin käyttävän pelimoottorin (tai renderöintityökalun) shaderien on laskettava tangentteja samalla tavalla, tai ne voivat aiheuttaa valaistusongelmia mallin pinnalla. (Chadwick, E. 2010 b.)

6.4 Ambient occlusion

Ambient occlusion -kartan luonti tarkoittaa käytännössä high poly -mallia ympäröivän valon simuloimista ja sen luomien varjojen renderöintiä mustavalkoiseksi bittikartaksi. Ambient occlusioniin voi renderöidä ympäröivän valon lisäksi myös halutulla tavalla valaistuja kappaleita ja alueita, mutta hahmoja tehdessä käytetään yleensä työkalun oletusvalaistusta tai taivasvaloa. Ambient occlusion luo mallin pinnalle pehmeän varjostuksen, joka noudattelee kappaleen muotoja. Esimerkiksi kainaloihin, leuan alle ja erilaisiin taitoksiin ja laskoksiin muodostuu voimakkaat varjot, kun taas suorassa valossa sijaitsevat alueet jäävät kartassa valkoisiksi eikä ambient occlusion luo näille alueille varjoja. (Corijn, L. 2013)

Ambient occlusionin käyttö keventää peliä, kun yleistä valaistusta ei tarvitse erikseen laskea ajon aikana, vaan siitä voidaan luoda illuusio bittikartalla. Ambient occlusion yhdistetään yleensä osaksi diffuusia kuvankäsittelyohjelmassa, koska sen tarkoitus on vain luoda illuusio ympäröivästä valaistuksesta, eikä sitä tarvita dynaamiseen valaistukseen. Karttojen yhdistäminen säästää tilaa, kun kappaleille ei tarvitse tallentaa erillisiä AO -karttoja. (Animation Academy. 2010)

6.5 Alpha

Alphakartat ovat mustavalkoisia tekstuurikarttoja jotka määrittelevät pinnan läpinäkyvyyden. Niitä käytetään esimerkiksi repaleisten viittojen, hiusten ja muiden vastaavien silhuetiltaan monimutkaisten objektien ja yksityiskohtien esittämiseen samoin kuin veden, lasin ja tulen kaltaisten osittain läpinäkyvien materiaalien parempaan kuvantamiseen. (Toledo, P. 2010)

6.6 Edge padding

Pelimoottorin renderöidessä tekstuureja se suodattaa ne parhaan tuloksen aikaansaamiseksi. Tätä kutsutaan downsampleksi ja sen luomat erikokoiset, mutta samassa bittikartassa esitettävät, tekstuurit ovat niin sanottuja ”mip mappeja”. Näiden erikokoisten tekstuurien tarkoitus on keventää renderöityä pelinäkymää ja vähentää tekstuureissa nähtävää laskostumista (sahalaitaisia reunoja ja aallonpituuksista johtuvaa ”aaltoilevaa” raemaista pintaa), kun kauka-

na olevissa kohteissa ei käytetä suuria ja raskaita tekstureja, vaan downsamplen luomia pienempiä mip mappeja. (Lance, W. 1983)

Kun pelimoottori downsamplen aikana muuttaa tekstuurien kokoa, unwrapattujen alueiden reunat alkavat vuotamaan väriään, joka sekoittuu ympäröiviin alueisiin. Tämä johtuu pikselien määrän vähenemisestä tekstuurikoon pienentyessä ja moottorin yrityksestä laskea näiden harvempien pikselien väreille uusi keskiarvo. Edge paddingia käyttämättömissä tekstureissa tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tekstuurien saumakohdissa on asiaankuulumattomia värejä, koska tekstuurin varsinainen väri on sekoittunut reunoilta taustan tai viereisten UV-saarekkeiden väreihin. Tämä värien sekoittuminen voidaan estää edge paddingilla. Tekniikka tarkoittaa UV-saarekkeiden reunojen värien venyttämistä varsinaisen UV-saarekkeen ulkopuolelle. Tällöin downsamplen aiheuttama värien vuotaminen sekoittaa keskenään vain tekstuurin reunojen omaa väriä, eikä saumoja synny. (Chadwick, E. 2013 c.)

Mitä suurempi tekstuuri on kyseessä, sitä enemmän edge paddingia tarvitaan värien vuotamisen estämiseksi. Edge paddingin määrään ei ole olemassa yhtä oikeaa vastausta, mutta joitakin hyväksi havaittuja arvoja ovat esimerkiksi: 2 pikseliä 512- ja 16 pikseliä 2048- tekstureissa. Tekstuurin taustavärien muuttaminen mahdollisimman samanlaisiksi UVW-alueiden värien kanssa on myös suositeltavaa. (Chadwick, E. 2013 c.)

6.7 Peilaus ja saumojen peittäminen

Pelihakmot ovat usein symmetrisiä ja tätä symmetriaa käytetään hyödyksi tehokkaassa mallinnuksessa, jossa hahmosta mallinnetaan vain toinen puoli, joka peilataan kokonaisen hahmon aikaansaamiseksi. Peilausta voidaan käyttää hyödyksi myös teksturoinnissa, jossa sen käyttö säästää aikaa, luo symmetriset yksityiskohdat ja parantaa tekstuurien laatua. Pelkkää värikarttaa käyttäessä tekstuurit kannattaa peilata aina kun mahdollista, koska kaikki potentiaaliset ongelmat tekstuurien reunakohdissa on helppo korjata hiomalla diffuusia kuvankäsittelyohjelmassa tai maalaamalla ongelmakohtien päälle Mudboxin kaltaisella työkalulla. (Kojesta, P. 2006)

7 PROJEKTITYÖ

Tässä luvussa käsitellään käytännön projektia, jossa luotiin kaksi videopeliin soveltuvaa hahmoa aiemmin käsiteltyä teoriaa hyväksikäyttäen. Hahmoilla tähdättiin niin sanottuun AAA- laatuun, joka tämän projektin tapauksessa tarkoitti korkeaa polycounttia ja useita korkearesoluutioisia tekstuurikarttoja. Lopulliset hahmot eivät tulleet peliin, joten näiden luonnissa otettiin sekä tarinallisia että teknisiä vapauksia polygonien lukumäärässä, joka on korkeampi kuin mitä useimmissa peleissä tarvitsisi.

7.1 Inspiraatio ja tutkimustyö

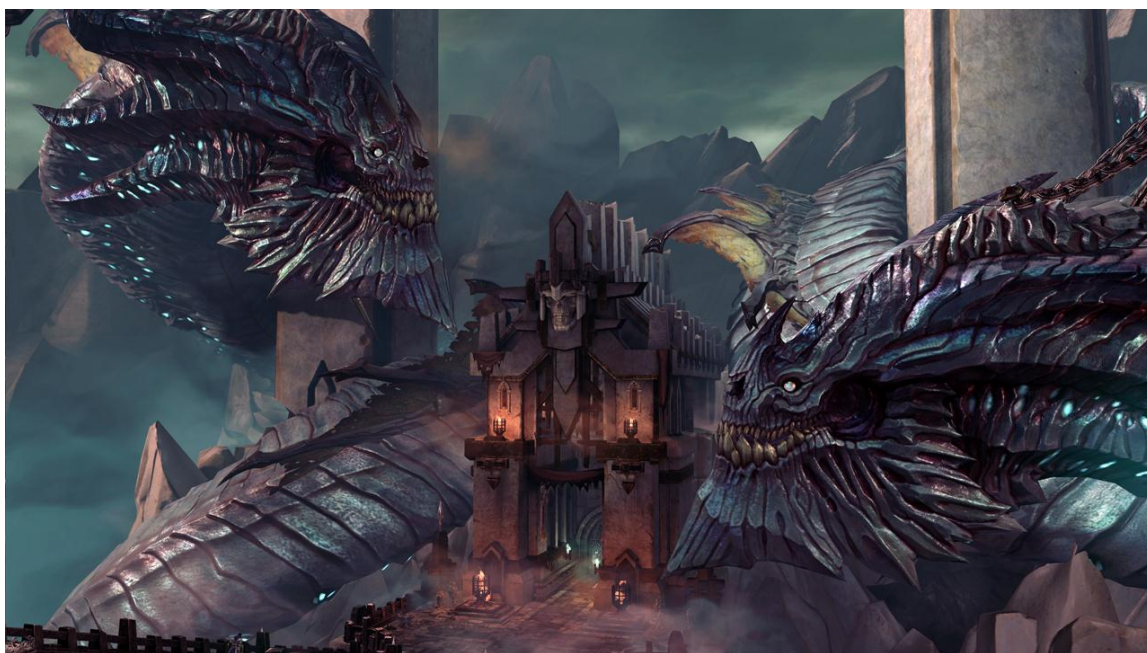
Hahmojen tyyliin otettiin paljon vaikutteita Team Fortress 2 -pelin mieleenpainuvista silhueteista ja Darksiders -pelisarjan graafisesta tyylistä.

Valve Corporationin Team Fortress 2 on ehkä yksi parhaiten hahmosilhouetteja hyödykseen käyttävistä peleistä, ja sen jokainen hahmo on huolellisesti suunniteltu ja tunnistettava persoona. Pelin kaikkien hahmojen silhuetit ja liikkeet ovat välittömästi tunnistettavissa jo kaukaa ja ne tukevat hahmojen luonnetta ja käyttötarkoitusta.

Vigil Gamesin Darksiders -pelin visuaalista tyyliä analysoitiin peleistä tehtyjä taidekirjoja, sarjan visuaalista tyyliä avaavia videoita ja peliin tehtyjä 3D -meshejä ja tekstuureja tutkimalla. Pelen visuaalisen tyylin pääpiirteitä ovat liioitellut silhuetit ja kulmikkaat muodot sekä yksityiskohdat. Teknisestä näkökulmasta kiinnostavinta oli pelien tekstuurien ja high poly -mallien tyyli. Monista muista AAA -peleistä poiketen Darksiders -pelin tekstuurit nojaavat erityisen paljon käsin maalattuihin diffuusikarttoihin. Objektien valot, varjot ja yksityiskohdat on maalattu mukaan suoraan diffuusiin ja muiden tekstuurien tehtävä on korostaa näitä diffuusiin maalattuja yksityiskohtia ja muotoja, ei luoda niitä neutraalin diffuusin päälle erillisenä karttana.



Kuvio 10. Team Fortress 2 -pelin hahmot ja näiden silhuetit.



Kuvio 11. Kuvakaappaus Darksiders 2 -pelistä.

7.2 Työkalut ja tekniset rajoitteet

Projekti toteutetaan seuraavilla työkaluilla:

- Photoshop CS5 – suunnittelu, konseptitaide, teksturointi
- 3ds Max 2012 – mallinnus, unwrap
- Mudbox 2012 – veisto, teksturointi
- xNormal – normal- ja ambient occlusion -karttojen luonti
- Marmoset Toolbag – renderöinti

Hahmojen tekniset rajoitteet:

- 10 000 quadia / hahmo
- Hahmoja ei animoida, mutta ne mallinnetaan järkevää topologiaa käyttäen niin että animointi olisi mahdollista.
- 2048x2048 kokoiset tekstuurit (tarvittaessa toinen, korkeintaan 1024x1024 kokoinen kartta)
 - o Diffuusi-, specular- ja normaalikartat
 - Muut tekstuurit vapaaehtoisia
- Valmiiden hahmojen esittäminen Marmoset -renderöintityökalulla.
 - o Ajan salliessa renderöinti myös UDK -pelimoottorissa.

Projektin aikataulu oli noin puolessa välissä suunniteltava uusiksi, joka pakotti keskeyttämään toisen hahmon kehitystyön ja keskittymään vain yhden hahmon saamiseen valmiiksi. Kesken jäänyttä ihmishahmoakin saatiin silti työstettyä mallinnusvaiheeseen saakka ja tämän kehitysprosessi käydään läpi seuraavissa kappaleissa tuohon vaiheeseen asti.

7.3 Suunnittelu

Koska hahmojen suunnittelu ilman kontekstia, tai peliä johon ne tulisivat, on vaikeaa ja työlästä, niille määriteltiin muutamia kriteerejä jotka toimivat pohjana jatkosuunnittelulle. Projektin hahmoiksi valikoitui kuvitteellinen, hieman kissamainen eläin ja tukevahko, noin 35-vuotias naishahmo. Tarkoitus oli heti projektin alusta lähtien tehdä ihmishahmosta naispuolinen tekemättä tästä kuitenkaan erityisen kaunista tai nuorta. Tavoite oli poiketa pelialalla vallalla olevista naishahmojen käytänteistä ja tehdä hahmosta ulkonäöllisesti ”tavallinen”. Kuvitteellisen olennon oli tarkoitus olla sulavalinjainen ja suurikokoinen petoeläin.



Kuvio 12. Eläinhahmon mood board. Alkuperäinen ajatus oli yhdistää konseptiin mekaanisia piirteitä H. R. Gigerin Alienin tapaan, mutta tällaisten piirteiden lisääminen sai olennon näyttämään liikaa koneelta tai muuten keinotekoiselta.



Kuvio 13. Naishahmon suunnittelua silhueteilla. Hahmo oli tässä vaiheessa eräänlainen seppä, kauppias tai vael-taja. Vaikutteita haettiin Kalevalasta ja pohjoisten alueiden luonnosta.

Pelien hahmosuunnittelussa suositaan tiettyjä kliseitä ja vakiintuneita käytäntöjä, koska ne on todettu toimiviksi ja pelaajiin vetoaviksi. Projektin hahmoja suunnitellessa pyrittiin silti välttämään pahimpia kliseitä ja luomaan jotain hieman poikkeavaa. Ei siksi että nämä poikkeavat hahmot olisivat välttämättä pelihahmoina parempia kuin hyväksi havaitut mallit, vaan koska vakiintuneista käytännöistä poikkeavat hahmot haastavat suunnittelijansa eri tavalla ja ovat sekä henkilökohtaisen, että pelien visuaalisen tyylin kehittymisen kannalta parempi vaihtoehto. Sen lisäksi pelaajien odotuksista poikkeavat hahmot tuntuvat tuoreilta, joka on nykypäivänä yksi tapa erottua edukseen kilpailijoista.



Kuvio 14. Varhaista olennon muotojen etsintää silhueteilla.



Kuvio 15. Jatkoehditettyjä konsepteja.

Kahden hahmon suunnittelu yhden sijaan tarjosi haasteen hahmojen välisen dynamiikan suunnittelulle. Tämä dynamiikka saavutettiin antamalla eläimelle pentu, jonka nainen olisi jostain syystä kaapannut mukaansa, ja jonka emo haluaisi takaisin. Tämä oli hyvältä vaikuttava ratkaisu, koska se antoi hahmojen väliselle konfliktille ja dynamiikalle luonnollisen syyn. Eläin ei hyökkää ihmisen kimppuun, koska se on ”paha”, jollaisiksi videopelihirviöt monesti mielletään, vaan koska se haluaa pentunsa takaisin. Nainen kuljettaisi pentua mukanaan näkyvästi häkissä tai sidottuna, jolloin tämä hahmodynamiikka olisi selkeä myös katsojalle, eikä jäisi vain taustatarinaksi hahmosuunnittelijan mieleen. Tämä ratkaisu vaikutti hahmosuunnitteluun, kun oli keksittävä miksi nainen kantaisi pentua mukanaan. Hetken ajan ajatuksena oli että eläin pystyisi nuorena syösemään tulta ja nainen olisi seppä, joka käyttäisi pentua puhalluslampun kaltaisena työkaluna. Tästä syntyi jatkoajatus, jossa pentu oli kirjaimellisesti sidottu työkaluun, jonka kahva puristi olennon vatsaa. Kyseinen suunnitelma kuitenkin muuttui projektin edetessä.



Kuvio 16. Puhalluslamppu -idea.

7.3.1 Jatkokehittely

Alkuperäinen ajatus vaeltavasta seppästä tuntui hankalalta selittää katsojalle järkevästi ja uskottavasti. Kuinka seppä voisi harjoittaa ammattiaan, jos hän vaeltaa aktiivisesti? Entä miksi hän haluaisi sellaisessa elämäntilanteessa olla seppä? Hahmon rooli piti siksi suunnitella uudelleen. Sepän suunnittelussa syntyneet silhuetit olivat kuitenkin käyttökelpoisia ja niitä oli helppo kierrättää hahmon uudessa roolissa. Uuteen designiin haettiin vaikutteita Etelä-Amerikan intiaanikulttuureista ja konkistadoreista. Uudesta hahmosta tuli nopeasti ansoittaja. Hahmojen välinen suhde pysyi ennallaan, mutta pentu ei enää toiminut elävänä puhalluslappuna, vaan oli pyydystetty kesytettäväksi tai kauppatavaraksi.



Kuvio 17. Alkuperäisestä seppäsilhuetista johdettuja intiaani- ja konkistadoriteemaisia hahmoja.

Konkistadorien piirteitä yritettiin yhdistää eteläamerikkalaisten intiaanien kanssa tuoreemman ja mielenkiintoisemman konseptin aikaansaamiseksi. Näiden kahden kulttuurin välinen historiallinen jännite sai kuitenkin yhdistelmäyritykset tuntumaan oudoilta ja luonnottomilta. Kulttuurien yhdistäminen oli silti mielenkiintoinen ajatus, joten vaikka konkistadorien varusteet ja muodot ovat hallitsevia lopullisessa designissa, mukana on hienoisia intiaanipiirteitä haarniskan kuvioinnin ja yksityiskohtien muodossa.

Ennen kuin hahmot sijoitettiin Etelä-Amerikkaan, niiden tyyli haki vaikutteita pohjoisemmilta leveyksiltä. Eläimen nimeksi valikoitui tällöin Kalevalasta tuttu Lempo, josta tuli lajin nimi.

Toive oli, että nimi kuulostaisi muita kieliä puhuville (englanti on videopelien pääasiallinen kieli) eksoottiselta ja hienolta, mutta samalla tarpeeksi yksinkertaiselta ja helposti lausuttavalta. Olentoa suunnitellessa halu oli tehdä jotain hyvin uniikkia, mutta oli tärkeämpää että hahmo olisi samastuttavissa eikä näyttäisi liian oudolta. Tämä pakotti käyttämään monia ihmisille tuttuja piirteitä. Lempo oli alusta asti maassa elävä eläin, mutta konseptiin lisättiin höyheniä, hieman siiven kaltaiset eturaajat ja lintumainen pyrstö, koska ne näyttivät dynaamisilta ja sopivat teemaan.



Kuvio 18. Pään suunnittelua. Toistuvat kuviot ja muut mekaaniset piirteet näyttivät mielenkiintoisilta, mutta saivat olennon tuntumaan keinotekoiselta.



Kuvio 19. Rakenteen hienosäätöä ja lopullisen asennon suunnittelua.



Kuvio 20. Värien testausta.

7.3.2 Lopulliset konseptit

Lopullisessa ansoittajakonseptissa on erinäisiä piirteitä, jotka ovat ristiriidassa hahmon ammatin kanssa. Hahmo sai ylleen esimerkiksi populaarikulttuurissa vakiintuneen konkistadori-haarniskan ja -kypärän (joita vain harvat oikeat konkistadorit aikoinaan käyttivät), vaikka hahmon ei ollut tarkoitus olla sotilas ja kyseinen varustus olisi ansoittajan ammatissa epäkäytännöllinen. Haarniska ja kypärä tekivät hahmon silhuetista voimakkaamman ja helpommin tunnistettavan, joten uskottavuutta ja realistisuutta uhrattiin visuaalisen mielenkiinnon vuoksi. Ansoittajan konseptikuva ei ollut loppuun asti hiottu, mutta se oli kuitenkin riittävä jatkokehitykseen. Hahmon kasvoista olisi kuitenkin pitänyt tehdä naisellisemmat, jotta tämän sukupuoli olisi tullut selvemmin esille.



Kuvio 21. Ansoittajan lopullinen konsepti.

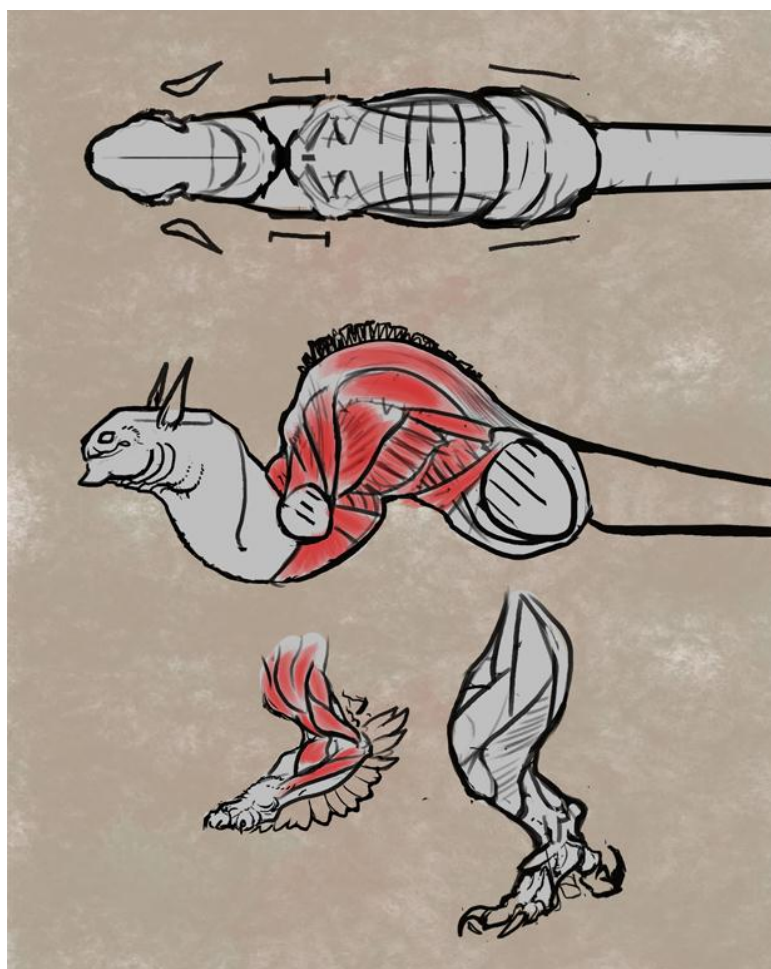
Lemmon lopullinen konsepti on sekoitus kissamaisia muotoja, kiinalaista lohikäärmettä, kengurua ja haukkaa, mutta tarkemmassa suunnittelussa käytettiin apuna monia muitakin eläinlajeja. Koska hahmot oli sijoitettu Etelä-Amerikkaan, oli luontevaa käyttää siellä elävän sinikelta-aran väritystä. Värivalinnan tarkoitus oli tehdä olennosta eksoottisemman näköinen ja vahvistaa mielikuvaa eteläisestä tai trooppisesta alkuperästä. Varhaisemmissa konsepteissa olennolla oli kaulan ympärillä paksu harja, joka näytti hyvältä ja haluttiin pitää osana konseptia. Harja kuitenkin katkaisi olennon kuonosta hännänpäähän ulottuvan kaareilevan, dynaamisen muodon ja oli siksi, lukuisista variaatioista ja korjausyrityksistä huolimatta, jätettävä pois lopullisesta konseptista ja kutistettava kaulakarvoitukseksi.



Kuvio 22. Lemmon lopullinen konsepti.

7.4 Pohjapiirrokset ja mallinnus

Pohjapiirrosten tekeminen vaati konseptitaiteesta poikkeavaa lähestymistapaa. 3D:ssä ei voi ”huijata” 2D:n tapaan jättämällä asioita katsojan mielikuvituksen ja tulkinnan varaan, vaan kaikki rakenteet ja yksityiskohdat on tiedettävä tarkasti. Lemmolle suunniteltiin mallinnusta ja veistoa varten lihasrakenne, jonka luonnissa käytettiin apuna noin seitsemän eri eläinlajin anatomiaa, joita yhdistettiin mahdollisimman loogiseksi ja toimivaksi lihasrakenteeksi.

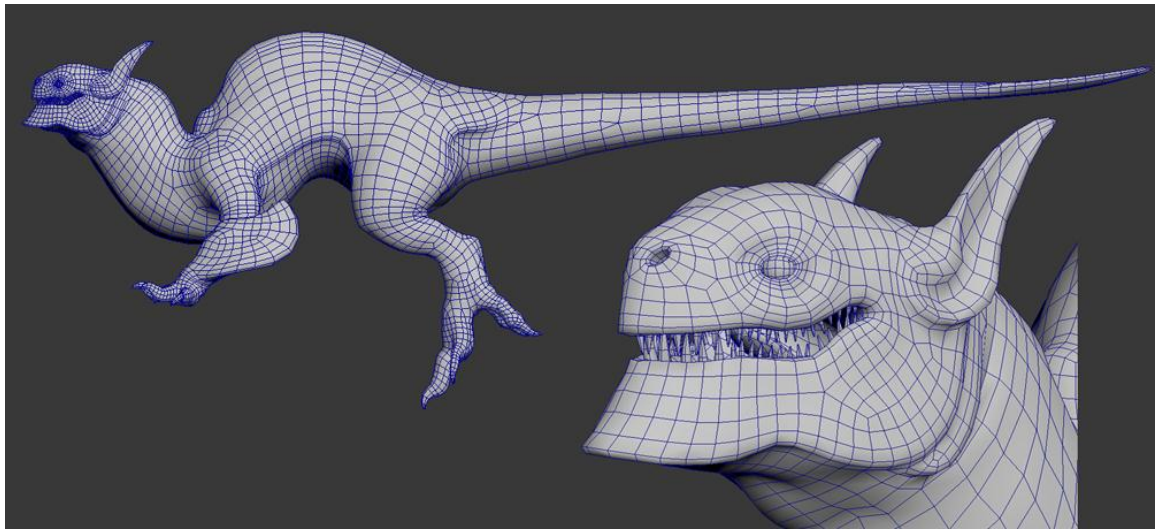


Kuvio 23. Lemmon pohjapiirros. Olentoa ei tarvinnut sen rakenteen vuoksi piirtää edestäpäin. Ylhäältä kuvattua piirrostaikin käytettiin lähinnä leveyden ja raajojen sijainnin tarkistuksessa.

7.4.1 Lempo

Pää ja keho olivat yksinkertaisia mallintaa, sillä koko olento oli käytännössä mutkalle väännetty sylinteri ja päähän pystyi soveltamaan ihmiskasvoissa käytettävää topologiaa. Raajojen mallinnus vei paljon aikaa, koska sopivan topologian keksiminen niihin oli vaikeaa. Topologia riippuu hyvin paljon hahmon animaatiosta. Kokemattomuus animaation ja siihen tarvit-

tavien luiden luonnin saralla kuitenkin pakotti vain soveltamaan eri eläinten mallinnuksessa yleisesti käytettävää topologiaa ja toivomaan, että ne toimivat odotetulla tavalla tähän kuvitteelliseen olentoon sovellettuna. Takajaloissa sovellettiin lopulta hevosten mallinnuksessa käytettävää rakennetta ja eturaajat olivat yhdistelmä ihmisen olkapäätä ja leijonan etujalkoja. Eturaajoilla oli tarkoitus olla suurempi liikerata kuin normaaleilla nelijalkaisilla eläimillä, jonka vuoksi niihin yhdistettiin ihmisen olkapään rakennetta. Eturaajoista mallinnettiin paksumpia kuin niiden todellinen lihasrakenne, koska tämä vähensi myöhemmin tarvittavien höyhenten määrää raajojen lopullisen muodon kuvaamisessa. Pyrstön tyvi mallinnettiin osaksi meshiä hännän ja takajalkojen väliin samasta syystä. Ajan säästämiseksi ja symmetrian varmistamiseksi hahmosta mallinnettiin vain toinen puoli, joka peilattiin.



Kuvio 24. Lemmon rautalankamalli.

Hahmot on järkevää mallintaa mahdollisimman suoraksi, jotta luiden asettelu ja hahmon sitominen niihin olisi myöhemmin helpompaa ja nopeampaa. Lempo mallinnettiin tarkoituksella kyttyrälle, koska olennon ei ollut tarkoitus suoristaa itseään erityisen paljon. Vaikka olennon mallintaminen suoraksi ja poseeraaminen kyttyräasentoon myöhemmin luiden avulla olisi tehnyt selkärangasta helpommin rigattavan ja potentiaalisesti notkeamman, se olisi venyttänyt keskiruumiin ja kaulan tekstuureja, kun suorana unwrapattu ruumis taivutettaisiin lepoasentoon kyttyrälle. Raajojen ja erityisesti lukuisten varpaiden mallintaminen mutkalle ja vaihteleviin kulmiin oli kuitenkin ajattelemattomuudesta johtunut virhe, joka kostautui myöhemmin luiden asettelun ja skinnauksen aikana.

Valmis low poly -mesh unwrapattiin yhteensä noin kolme kertaa, kun etsittiin parasta mahdollista tapaa venymättömien, tilaa parhaiten käyttävien ja saumattomien UV karttojen aikaansaamiseksi. Lempo jaettiin lopulta kahteen UV -karttaan, josta toinen oli keholle ja toi-

nen päälle. Kehon UV peilattiin keskeltä tekstuuritilan ja ajan säästämiseksi, mutta pään piti olla keskeltä täysin saumaton, jonka vuoksi sen saumat luotiin leukaan, niskaan ja korvien taakse. Hahmon jakamisesta kahteen erilliseen UV -karttaan tuli myöhemmin odottamattomia ongelmia. Valmiin hahmon lopullisen kuvan luontiin käytetty Marmoset -renderöintimoottori tunnisti vain yhden UV -kartan jokaista objektia kohden. Kaksi eri UV:ta sisältävän hahmon renderöinti ei siksi olisi onnistunut ilman pään jättämistä erilliseksi objektikseen. Pään ja kehon UV:t oli siksi yhdistettävä samaan karttaan jälkeenpäin.

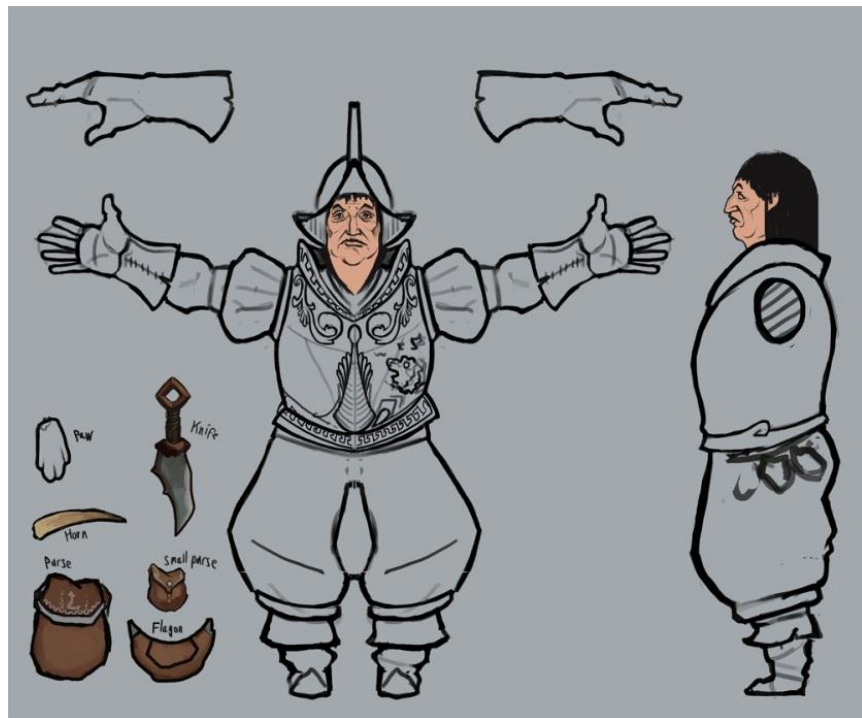
Valmis low poly rikottiin kolmeen osaan veistoa varten. Polygonitiheys olisi tehnyt yhtenäisen olennon veistosta käytännössä mahdotonta, kun tarve lisätä tarkempia yksityiskohtia tietylle alueelle olisi pakottanut lisäämään koko meshin tarkkuutta. Lempo katkaistiin osiin kaulasta ja eturaajan taiteesta. Pää oli erillisen UV -karttansa vuoksi luontevasti oma kappaleensa. Eturaaja katkaistiin kyynärtaiteesta, koska sauma taitoskohdassa ei ollut yhtä näkyvä kuin olkapään ympärillä. Eturaajan pitäminen yhtenäisenä ja takaraajan katkaisu polvesta olisi ollut kuitenkin todennäköisesti järkevämpi ratkaisu. Takaraaja on pituutensa ja olennon asennon vuoksi monesti taipunut kasaan, joten sauma olisi ollut siellä paremmin piilossa. Sen lisäksi katkaisu haittasi eturaajan lihasrakenteen veistoa ja teksturointia, mutta takaraajassa tämä rakenne ei ollut yhtä selkeä ja haitta olisi ollut pienempi.

7.4.2 Ansoittaja

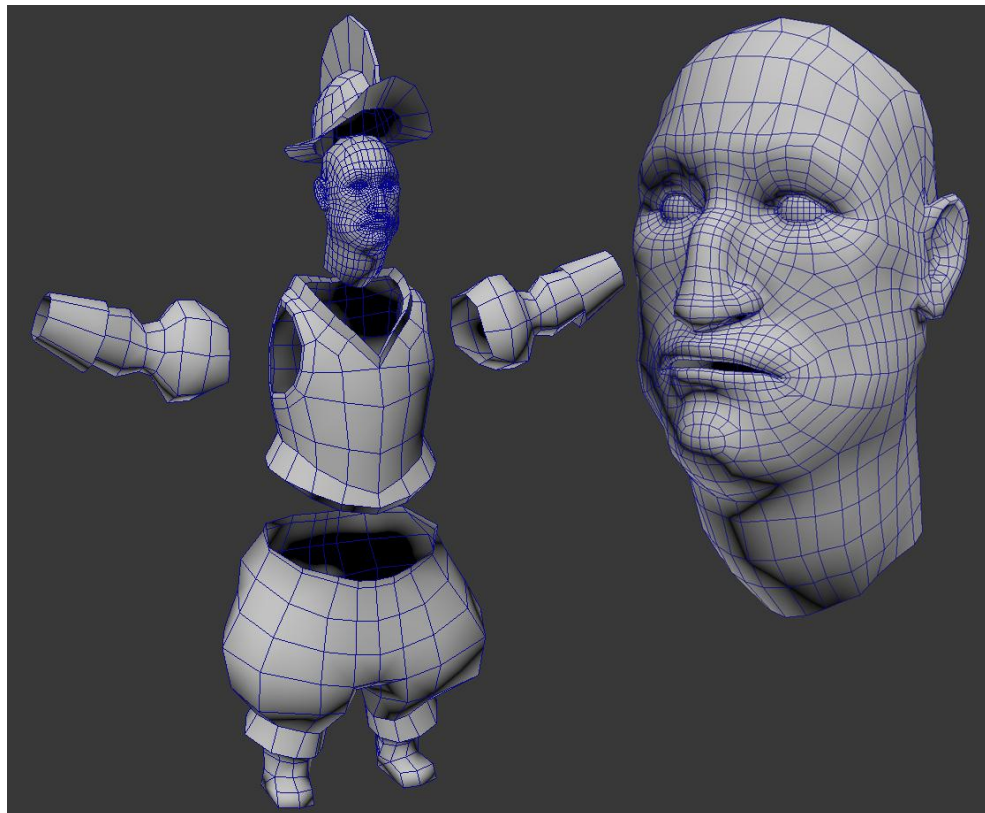
Ansoittajaa ei saatu uudelleen suunnitellun aikataulun vuoksi mallinnettua täysin valmiiksi ja sen kehitystyö lopetettiin tässä vaiheessa. Hahmon mallinnus käydään lyhyesti läpi lopetukseen asti.

Ansoittaja rakennettiin lemmosta poiketen paloina. Haarniska, kädet, alaruumis ja pää hartioiden mallinnettiin erillisinä objekteina, jotka olisi valmiissa mallissa sijoitettu osittain haarniskan sisään. Tämä olisi saanut haarniskan näyttämään erilliseltä, päälle puetulta objektilta ja luonut hahmon 3D -meshiin syvyyttä. Kasvot mallinnettiin sulkijalihasten ympärille rakentavaa topologiaa noudattaen. Nämä sulkijalihasten ympäri kiertävät muodot luotiin plane -primitiiveillä. Topologian luonti oli tällä tekniikalla yksinkertaista, koska halutut silmukat oli helppo rakentaa yksittäistä plane -primitiiviä pursottamalla. Näiden silmukkamuotojen yhdistäminen muiksi pään muodoiksi oli suoraviivaista tyhjien alueiden täyttöä. Ruumiinosa-

mallintamiseen käytettiin laatikon ja sylinterin kaltaisia primitiivejä, joita muokattiin tarpeen mukaan.



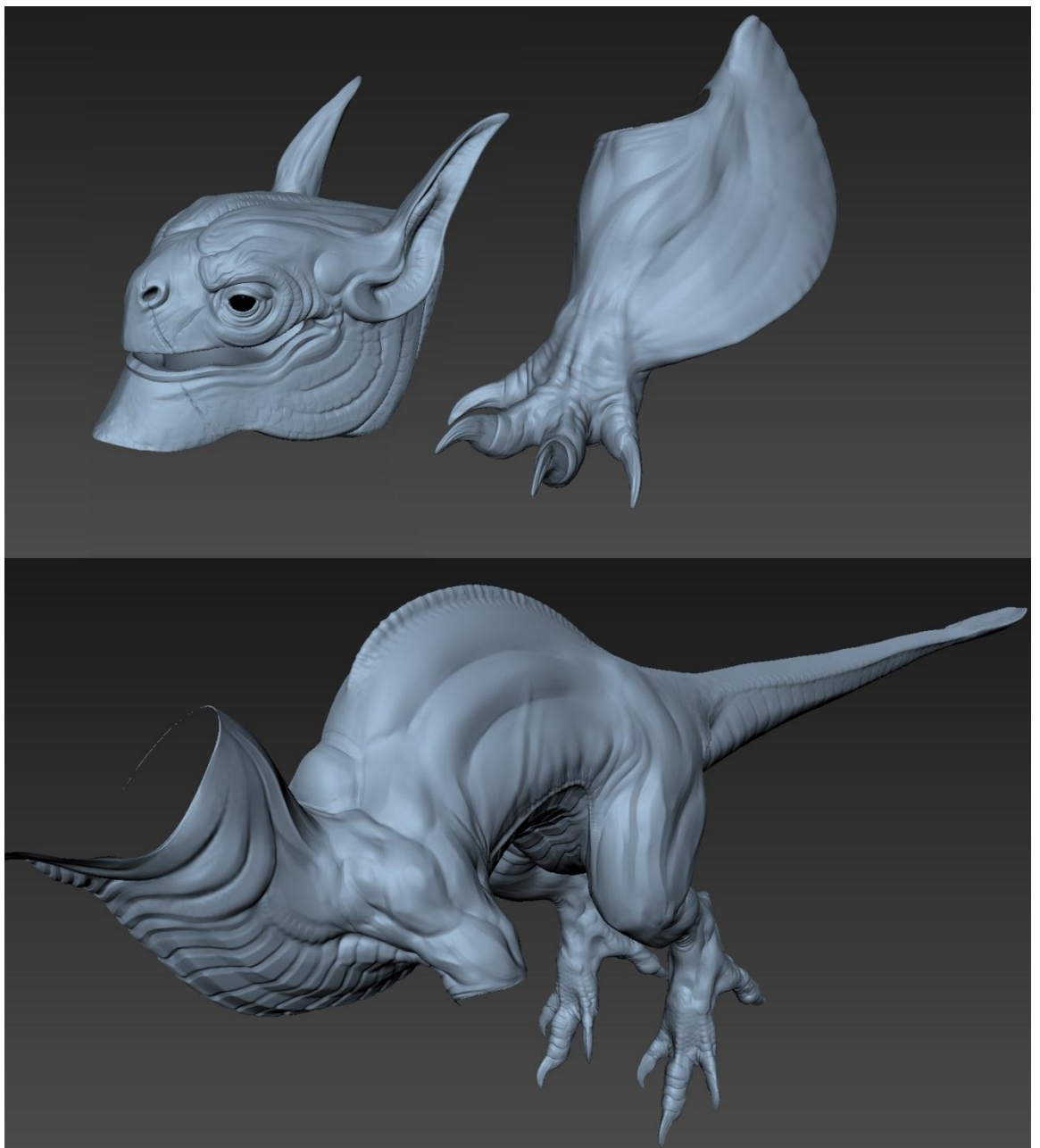
Kuvio 25. Ansoittajan pohjapiirros.



Kuvio 26. Hahmon keskeneräiseksi jäänyt malli.

7.5 Veisto

Veistossa käytettiin apuna itse tehtyjen kuvien lisäksi runsaasti eri eläinten valokuvia. Tavoite oli imitoida Darksiders -pelien high poly -mallien tyyliä, eli kulmikkaita yksityiskohtia ja selkeitä muotoja. Veistovaiheessa otettiin siksi vapauksia alkuperäisestä konseptista ja mallin lihaksista tehtiin näkyvämpiä ja kulmikkaampia kuin mitä ne konseptissa olivat. Tämä oli kaksiteräinen miekka, koska selkeämmät lihakset rikkoivat illuusiota karvaisesta tai höyhenpeitteisestä eläimestä, mutta kulmikkaat muodot olivat suhteellisen uskollisia inspiraationa toimineelle pelisarjalle ja olivat siltä osin onnistuneita.



Kuvio 27. Lemmon veistetyt osat.

Veiston aikana suurimmiksi ongelmiksi muodostuivat Mudboxin oikukas käytös ja itsensä hillitseminen yksityiskohtien tarkkuuden kanssa. Monien kulmien ja yksityiskohtien hiomiseen käytettiin runsaasti aikaa, mutta normaalikartoista tuli näillä alueilla liian teräviä, mikä ei toiminut hyvin tekstuurissa. Paremmaksi ratkaisuksi osoittautui hieman ylimalkaisemmat ja pehmeämmät muodot teräviksi reunoiksi tarkoitetuilla alueilla.

Veistämisessä mallin polygoneja vedetään ja työnnetään eri työkaluilla haluttujen yksityiskohtien aikaansaamiseksi. Tämä vaikuttaa jonkin verran hahmon silhuettiin, kun mallin pinta mukautuu veistoon. Lopullisena low poly -meshinä ei tämän vuoksi käytetty veiston jälkeen alkuperäistä 3ds Max -ohjelmassa luotua mallia. Veistetystä high poly -meshistä otettiin talteen sen muuttunut low poly, joka otti veiston aiheuttamat pienet silhuetin muutokset huomioon.

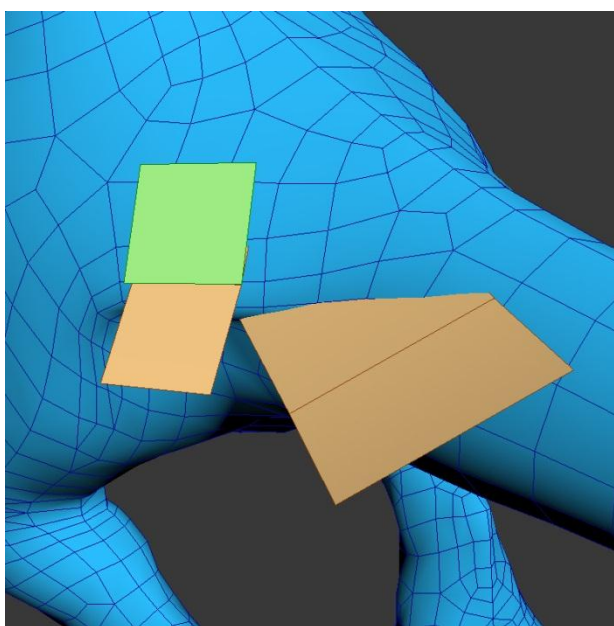
Lempo oli mallinnusvaiheessa rikottu kolmeen kappaleeseen, joiden liittymäkohtiin muodostui väistämättä saumoja. Aiheutuneista ongelmista huolimatta mallin hajauttaminen useaan kappaleeseen oli välttämätöntä. Veistämiseen käytetyn työkonteen suorituskyky oli koetuksella jo näiden yksittäisten pienten kappaleiden kanssa. Kokonaisen olennon veistäminen yhtenä kappaleena ei olisi tehojen puutteen vuoksi mitenkään onnistunut. Ongelma-alueiden saumat korjattiin lopulta maalaamalla normaalikarttojen ja muiden tekstuurien päälle Mudboxissa ja Photoshopissa.

7.6 Tekstuurit

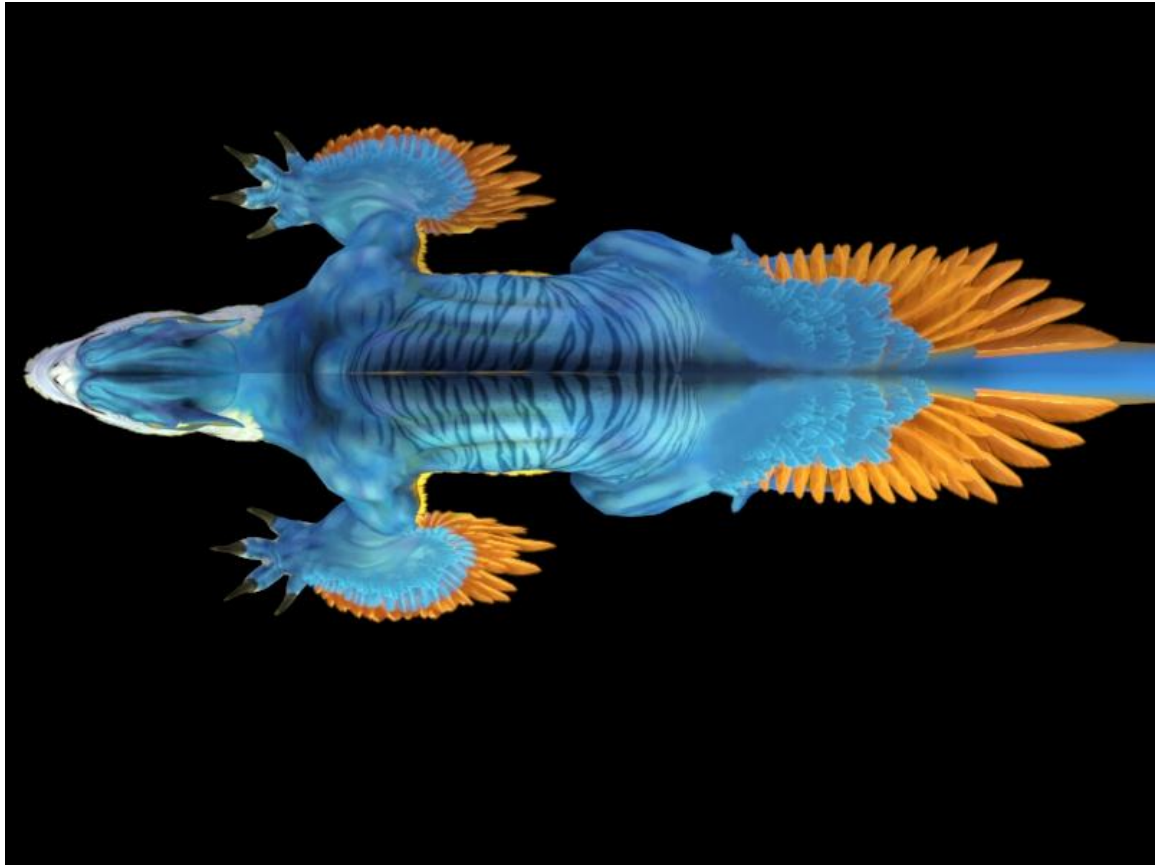
Teksturointi tapahtui pääosin Mudboxissa käsin maalaten. Kyky maalata suoraan mallin pinnalle nopeutti prosessia huolimatta työkalun suhteellisen rajoittuneista maalausominaisuuksista verrattuna Photoshopin kaltaisiin kuvankäsittelyohjelmiin. Heijastamattoman mattamateriaalin päälle maalaus varmisti, että heijastukset eivät häirinneet diffuusin luontia. Diffuusi maalattiin kokonaan käsin, mutta raitojen luontiin käytettiin Photoshopissa muokattuja valokuvia tiikereistä. Raidat pidettiin tiukasti omalla työskentelytasolla helpon muokkaamisen takaamiseksi. Diffuusin pohjaväri maalattiin kokonaan Mudboxin pyöreällä peruspensselillä, mutta pintaan lisättiin myöhemmin yksityiskohtia Photoshopissa luoduilla kuviopensseleillä, joilla saatiin luotua nopeasti suuri määrä karvoja ja höyheniä osaksi värikarttaa.

7.6.1 Höyhenet

Olennon höyhenten luonti plane -primitiiveillä oli työläs ja aikaa vievä prosessi, jota ajatuk-
sella mallinnettu ja höyhenet huomioon ottava mesh kuitenkin helpotti jonkin verran. Höy-
henten suunnittelussa ja asettelussa käytettiin apuna eri lintujen valokuvia. Erilaisia sulkia ja
höyheniä on yhteensä 12. Noin puolet näistä on välttämättömiä haluttujen muotojen esittä-
miseen ja puolet on mukana peitteenä sulkien ja muun olennon välisen rajan häivyttämiseksi
ja täytteenä, jotta höyhenpeitteet näyttäisivät tiiviiltä ja yhtenäisiltä. Sulkien asettelu onnis-
tuneesti kylkeen ja selkään oli melko vaivatonta. Monimutkaisempien siipi- ja pyrstöraken-
teiden luonti hännän tyveen ja eturaajaan oli kuitenkin paljon haastavampaa, samoin kuin
leuan ja kaulan muotoja noudattelevat valkoiset, portaittaiset höyhenkaaret. Sulkien ja muun
meshin leikkaamisen välttämiseksi peitinhöyhenet jätettiin ”leijumaan” meshin pinnalle. Ne
aseteltiin manuaalisesti mahdollisimman lähelle meshiä sen pintojen kulmia mukaillen ja teks-
turoitiin samanväriseksi muun kehon kanssa, jonka ansiosta höyhenpeite näyttää kuuluvan
osaksi olentoa. Valmiissa työssä on 239 käsin aseteltua höyhen- ja karvaplanea, joiden mää-
rän peilaus nosti 478:ään. Höyhenten tekstuurit luotiin alphakartan ehdoilla. Erilaisista höy-
henistä haettiin runsaasti valokuvatekstureja, joista sopivimmista muokattiin alphakartat
läpinäkyvyyttä varten. Näiden kuvien päälle maalattiin sulkien diffuusin luomiseksi, mutta
valokuvat jätettiin haaleasti näkyviin tuomaan höyheniin ylimääräisiä yksityiskohtia.



Kuvio 28. Esimerkki leikkaavista ja leijuvista sulista. Oranssit plane -primitiivit leikkaavat kehon sinistä meshiä, mutta nämä leikkaukset piilotettiin vihreän kaltaisilla, päälle asetelluilla peitinhöyhenillä.



Kuvio 29. Eturaajojen ja pyrstön höyhenet.

7.6.2 Ambient Occlusion, Specular ja Normaali

Ambient occlusion ja normaalikartta luotiin valmiista high poly -meshistä xNormal -työkalulla. Ambient occlusion yhdistettiin osaksi diffuusikarttaa tarkkojen ja helposti muokattavien varjojen aikaansaamiseksi. Specular luotiin vastaväriksi käännetyn diffuusin valoarvoja, saturaatiota ja yksityiskohtia muokkaamalla. Olennon raidat, karvat ja höyhenet pidettiin teksturoidessa erillään muusta värikartasta, jonka ansiosta näiden kirkkautta ja selkeyttä specular -kartassa oli helppo muokata.

7.7 Rig ja skin

Rig tarkoittaa 3D -hahmolle luotavaa luurankoa, joka hallitsee hahmon liikkeitä. Hahmon verteksit kiinnitetään tähän luurankoon skin –prosessissa, eli ”skinnaamalla”.

Koska hahmoja ei ollut tarkoitus animoida, niiden rigin ei tarvinnut olla erityisen monimutkainen. Riitti että luuranko ja hahmon skinnaus olisi tarpeeksi hyvä valmiin hahmon poseeraamista varten. Luurangosta tehtiin siis ajan säästämiseksi hyvin yksinkertainen. Lemmolle oli aiemmin suunniteltu lihasrakenne, mutta ei erillistä luurankoa. Luiden asettelu ei siksi ollut äärimmäisen tarkkaa ja epäselviin kohtiin, kuten lantioon, sovellettiin leijonan luurankoa.

Valmiille luurangolle tehtiin yksinkertainen testianimaatio, jossa sen osia liikutettiin erilaisiin ääriasentoihin. Tämän animaation tarkoitus oli palvella skinnausprosessia, kun hahmon liikkeiden ja sitä kautta skinnauksen toimivuuden pystyi arvioimaan realiajassa animaation avulla. Testianimaatio paljasti virheitä lemmon meshissä. Takaraajojen venyttäminen ääriasentoon taaksepäin rikkoi meshin, vaikka tämä venyminen yritettiin huomioida mallintaessa. Tästä ei kuitenkaan ollut haittaa projektin kannalta, koska takaraajat eivät olisi suorana lopullisessa kuvassa. Ongelma kuitenkin estäisi hahmon käytön sellaisenaan oikeassa peliprojektissa tai animaatiossa ennen ongelma-alueen korjausta, jota ei tässä vaiheessa projektia enää tehty.

Höyhenet skinnattiin muusta kehosta erillään suorituskyyvyn ja selkeyden vuoksi. Näiden skinnaus oli tarkkaa ja haastavaa. Höyhenten tuli seurata kehon liikkeitä, mutta ne eivät saisi liikkeen aikana venyä tai erkaantua, eivätkä leikata kehoa tai toisiaan. Toisin kuin lihakset ja iho, venyvät höyhenet olisivat näyttäneet hyvin luonnottomilta. Kehon venyvissä liikkeissä toisistaan loittonevat höyhenet taas olisivat rikkoneet illuusion yhtenäisestä sulkaiteesta.

7.8 Renderöinti

Valmiin hahmon lopullinen kuva luotiin Marmoset -renderöintimoottorilla. Teksturoituja hahmomalleja voi renderöidä lähes kaikilla mallinnusohjelmilla ja pelimoottoreilla. Marmoset kuitenkin valittiin tämän projektin renderöintityökaluksi, koska se on hyvin helppokäyttöinen ja esittää ongelmalliset normaalikartat lähes virheettömästi. Lempo poseerattiin lopulliseen asentoonsa 3ds Maxissa, josta se siirrettiin tekstuureineen Marmoset -ohjelmaan lopullisen kuvan luontia varten. Asennoksi valikoitui suunnitteluvaiheen konsepteissa takajaloillaan seisova olento (Kuvio 19.), koska tämä oli asentona helpompi toteuttaa. Lopullista kuvaa varten luotiin myös yksinkertainen alusta.



Kuvio 30. Lemmon Marmosetilla luotu lopullinen kuva.

8 Yhteenveto ja Pohdintaa

Hyvän videopelihahmon suunnittelu on syvällinen ja monimutkainen aihe, jonka pintaa vain raapaistiin tämän opinnäytteen aikana. Hahmon luonne, motiivit ja näiden luonteva viestiminen pelaajalle on haastavaa, mutta auttaa oikein toteutettuna ja toimivaan ulkonäköön yhdistettynä ikimuistoisten hahmojen luonnissa. Pelihahmoille voidaan käsikirjoittaa hyvinkin monimutkainen taustatarina ja persoona, mutta tämä kaikki menee hukkaan jos niitä ei pystytä esittämään pelaajalle onnistuneesti. Pelihahmojen suunnittelijoiden ja graafikoiden on tasapainoitava uniikkien ideoiden ja mielikuvituksellisen ulkonäön, mutta samalla samastuttavuuden ja tuttuuden välillä. Pelaajat haluavat jatkuvasti jotain uutta, mutta pitävät tästä uudesta vain jos se on heille tavalla tai toisella entuudestaan tuttua.

Hahmonluonnin tekniset osa-alueet ovat laajoja kokonaisuuksia ja suurissa pelituotannoissa näillä on monesti erikoistuneet osaajat. Hahmonluonnin koko prosessin hallinta on tärkeää pienissä ja keskikokoisissa peliprojekteissa, joissa tiimillä ei ole resursseja palkata artistia grafiikan jokaiselle osa-alueelle. Hahmonluonnin eri vaiheiden ymmärrys ja perusosaaminen kuitenkin auttaa myös isomman tiimin erikoistunutta graafikkoa. Tieto hahmonluontiprosessin eri vaiheiden tarjoamista haasteista ja käytännön toteutuksesta auttaa tekijää ottamaan nämä huomioon, mikä helpottaa tiimin muiden graafikoiden työtä ja virtaviivaistaa tuotantoa.

Opinnäytetyön käytännön projekti oli kokonaisuutena onnistunut, mutta työssä oli myös useita puutteita. Hahmojen polygonien lukumäärä oli tarpeettoman suuri. Lemmon ulkonäkö ei olisi merkittävästi kärsinyt alhaisemmasta polycountista ja tämä olisi mahdollistanut kehon ja eturaajan pitämisen yhtenä kappaleena veistäessä, jolloin ainoa ongelmasauma olisi sijainnut pään ja kaulan välissä. Teksturointivaiheeseen ei myöskään käytetty tarpeeksi aikaa suhteessa mallinnukseen ja veistoon.

Suunnitteluprosessin pitkittyessä tekijä tulee helposti sokeaksi omalle työlleen ja ei joko huomaa tekemiään virheitä, tai alkaa tarkastella konsepteja tarpeettoman kriittisesti. Ulkopuolinen palaute on siksi tärkeää, vaikka hahmoja ei tehtäisikään tiimissä. Monet projektin suunnitteluvaiheen ideoista olivat lupaavia ja mielenkiintoisia. Näiden liian kriittinen pohtiminen kuitenkin johti konseptien muuttamiseen realistisempaan suuntaan, joka teki näistä alkuperäisiä ideoita tylsempiä. Konkistadorien ja intiaanien piirteiden yhdistäminen olisi kannattanut viedä loppuun asti, samoin kuin mekaanisten piirteiden lisääminen osaksi olentoa. Huoli siitä, ettei näitä ratkaisuja pystyisi selittämään tyydyttävästi, johti suunnitelmien muut-

tumiseen mielikuvituksettomampaan suuntaan. Projekti oli joka tapauksessa kokonaisuutena menestyksenkäs oppikokemus.

LÄHTEET

KIRJALLISUUS JA ARTIKKELIT

Moltenbrey. Karen. 2005. Asian fusion. (cover story). Computer Graphics World. 28(8):24-30.

Puhakka. Antti. 2008. 3D- grafiikka. Talentum Media.

Seegmiller D. 2007. Digital character painting using photoshop CS3. Boston, MA, USA: Course Technology.

Vaughan. William. 2012. Digital Modeling. New Riders Publishing.

Isbister. Katherine. 2006. Better Game Character by Design. Morgan Kaufmann Publishers.

Finney. Kenneth. C. 2004. 3D Game Programming All in One. Cengage Learning.

VERKKOLÄHTEET

Albeluhn. Christopher. 2013. Normal Map Tutorial. Web dokumentti.
<http://www.chrisalbeluhn.com/Normal_Map_Tutorial.html> (Luettu 19.11.2013)

Animation Academy. 2010. Texture Basics. Web dokumentti.
<http://students.autodesk.com/ama/orig/Curriculum/ADA2011/2010/HTML/AA_Level_1_1/PDF_Tutorials/Texture_Basics/AA_L1_Texture_Maps.pdf> (Luettu 4.11.2013)

Ashlock. Ronnie. 2005. Tangent Space and Object Space Normal Maps in Zbrush 2. Web dokumentti. <<http://www.surlybird.com/tutorials/TangentSpace/>> (Luettu 10.9.2013)

Bond. Alex. 2012. What is Concept Art? Web dokumentti.
<<http://studiobond.net/about/what-is-concept-art/>> (Luettu 21.6.2013)

Brinck. Waylon. 2005. An In-Depth Look at UVW Mapping an Object. Web dokumentti.
<http://www.3dtotal.com/ffa/tutorials/max/UVW_mapping_an_object/UVW_mapping_an_object2.php> (Luettu 19.11.2013)

Chadwick. Eric. 2013. a. Topology. Web dokumentti.
<<http://wiki.polycount.com/CategoryTopology>> (Luettu 25.7.2013)

Chadwick. Eric. 2013. b. Normal Map. Web dokumentti. <<http://wiki.polycount.com/NormalMap/>> (Luettu 10.9.2013)

Chadwick. Eric. 2013. c. Edge Padding. Web dokumentti. <<http://wiki.polycount.com/EdgePadding?action=show&redirect=Edge+Padding>> (Luettu 10.9.2013)

Chadwick. Eric. 2013. d. Texture Formats. Web dokumentti. <http://wiki.polycount.com/CategoryTextureFormat> (Luettu 7.11.2013)

Corijn. Laurens. 2013. Ambient Occlusion Baking for 3DS Max. Web dokumentti. <<http://www.laurencorijn.com/articles/ambient-occlusion-baking>> (Luettu 4.11.2013)

Corriero. Mike. 2011. The use of Silhouettes in Concept Design. Web dokumentti. <<http://characterdesignnotes.blogspot.fi/2011/03/use-of-silhouettes-in-concept-design.html>> (Luettu 7.6.2013)

Dashow. Michael. 2009. Concept Design. Web dokumentti <http://www.michaeldashow.com/tips_conceptdesign.html> (Luettu 5.11.2013)

Davenport. Max. 2012. Darksiders II 'Create A Weapon' Contest – Final Mace. Web dokumentti <<http://maxdavenport.wordpress.com/2012/03/13/darksiders-ii-create-a-weapon-contest-final-mace/>> (Luettu 12.6.2013)

Dring. Christopher. 2012. Video games now bigger than movies. Web dokumentti <<http://www.mcvuk.com/news/read/video-games-now-bigger-than-movies/093209>> (Luettu 22.11.2013)

Galiban. Randy. What is Concept Art. Web dokumentti. <<http://www.randbin.com/what-is-concept-art/>> (Luettu 26.6.2013)

Gard. Toby. Building Character. Web dokumentti. <http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:0ybJLxz4iqoJ:scholar.google.com/+character+design&hl=en&as_sdt=0,5> (Luettu 21.11.2013)

Hajioannou. Yanni. 2013. Gamedev Glossary: What is a "Normal Map"? Web dokumentti. <<http://gamedev.tutsplus.com/articles/glossary/quick-tip-what-is-a-normal-map/>> (Luettu 5.11.2013)

Kojesta. Peter. 2006. Completely Eliminate Texture Seams with 3dsMax. Web dokumentti. <http://www.gamasutra.com/view/feature/130217/completely_eliminate_texture_seams_.php?print=1> (Luettu 2.10.2013)

Kyshtymov. Alexander. 2012. TOPOLOGY. Web dokumentti. < <http://skif3d-eng.blogspot.fi/2012/06/topology.html>> (luettu 18.9.2013)

Lance. Williams. 1983. Pyramidal Parametrics. <<http://staff.cs.psu.ac.th/iew/cs344-481/p1-williams.pdf>> (Luettu 4.11.2013)

Mathis. Ben. 2005. Normal Map Workflow. Web dokumentti. <http://www.poopinmymouth.com/tutorial/normal_workflow.htm>

Meulen. Rob van der. & Rivera. Janessa. 2013 Gartner Says Worldwide Video Game Market to Total \$93 Billion in 2013. Web dokumentti. <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2614915>> (Luettu 20.11.2013)

Morrell. Stefan. 2006. Tutorial: Hard Surface Texture Painting. Web dokumentti. <<http://forums.cgsociety.org/showthread.php?t=373024>> (Luettu 4.11.2013)

Richardson. Peter. J. 2008. Modeling With Edge Loops. Web dokumentti. < <http://zoomy.net/2008/04/02/modeling-with-edge-loops/>> (Luettu 7.8.2013)

Shaylyn. Hamm. 2010. The Aesthetics of Unique Video Game Characters. Web dokumentti. <http://gamecareerguide.com/features/854/the_aesthetics_of_unique_video_.php> (Luettu 5.6.2013)

Spencer. Scott. & Nakpil. Gio. & Diamant. Rich. & Myhill. Adam. 2008. Normal Mapping Industry Survey. Game Developers Conference 2008. <http://www.naughtydog.com/docs/Naughty-Dog-GDC08-Normal-Mapping-Industry-Survey.pdf> (Luettu 21.11.2013)

Toledo. Pedro. 2010. Brief Considerations About Materials. Web dokumentti. <<http://www.manufato.com/?p=902>> (Luettu 5.11.2013)

Valve Corporation. DOTA 2 – Character Art Guide. Web dokumentti. <<http://media.steampowered.com/apps/dota2/workshop/Dota2CharacterArtGuide.pdf>> (Luettu 5.6.2013)

Vasile. Christian. 2011. Introduction to Mood Boarding and How to Use it Properly. Web dokumentti. < <http://www.1stwebdesigner.com/design/mood-boarding-introduction/>> (Luettu 22.11.2013)

Vore. Bryan. 2010. Reader's Top 30 Characters Results. Web dokumentti. <<http://www.gameinformer.com/b/news/archive/2010/12/03/readers-top-30-characters-results-revealed.aspx>> (Luettu 4.9.2013)

Winegarner. Beth. 2005. GDC Q&A: Women's advocate, industry hero, Sheri Graner Ray. Web dokumentti. <<http://www.gamespot.com/articles/gdc-qanda-womens-advocate-industry-hero-sheri-graner-ray/1100-6120413/>> (Luettu 4.7.2013)

VIDEOLÄHTEET

Graphics vs Aesthetics. 2012. Portnow. James; Daniel. Floyd, Theus. Allison. Penny Arcade TV <<http://www.penny-arcade.com/patv/episode/graphics-vs.-aesthetics>> (Katsottu 12.5.2013)

Prokopenko. Stanislav. 2013. How to Draw Gesture. Web dokumentti. <<http://www.youtube.com/watch?v=74HR59yFZ7Y>> (Katsottu 9.10.2013)

KUVIOT

Kuvio 1 – Prokopenko Stanislav. How to Draw Gesture. Kuvakaappaus aikaväliltä 1:05 – 1:17 <<http://www.youtube.com/watch?v=74HR59yFZ7Y>> (kuva lainattu 11.11.2013)

Kuvio 2 – Feng Zhu. Character Silhouettes. Kuvakaappaus kohdasta 5:50 <<http://www.youtube.com/watch?v=4yKxY0KKrak>> (kuva lainattu 11.11.2013)

Kuvio 3 – Sagacious Zu -konseptikuvat. Bioware.
<http://www.cgw.com/Publications/CGW/2005/Volume-28-Issue-8-August-2005-/Asian-Fusion.aspx> (kuva lainattu 6.8.2013)

Kuvio 4 – Nelikulmaisella polygoniverkolla rakennettu pää.
<<http://blenderartists.org/forum/showthread.php?93651-Poles-and-Loops>> (kuva lainattu 14.8.2013)

Kuvio 5 – Nathan Drake. Uncharted 2. Naughty Dog.
<http://wiki.polycount.com/FaceTopology?action=AttachFile&do=get&target=uncharted_2_face.jpg> (kuva lainattu 10.9.2013)

Kuvio 6 – Havainnollistava kuva shaderin toiminnasta. Toledo Pedro. 2010. <<http://www.manufato.com/?p=902>> (kuva lainattu 7.11.2013)

Kuvio 7 – Eristävät ja johtavat materiaalit. Toledo Pedro. 2010. <<http://www.manufato.com/?p=902>> (kuva lainattu 7.11.2013)

Kuvio 8 – Tangent & World space normaalikartat.
<<http://wiki.polycount.com/NormalMap/>> (kuva lainattu 17.10.2013)

Kuvio 9 – Smoothing group & normaalit.
<http://www.chrisalbeluhn.com/Normal_Map_Tutorial.html> (kuva lainattu 7.11.2013)

Kuvio 10 – Team Fortress 2 –pelin hahmot. <<http://ryandeugan.com/archives/387>> (kuva lainattu 5.11.2013)

Kuvio 11 – Kuvakaappaus Darksiders 2 –pelistä. (kuva lainattu 5.11.2013)

Kuviot 12 – 30 – Käytännön projektiin itse luotua kuvitusta.